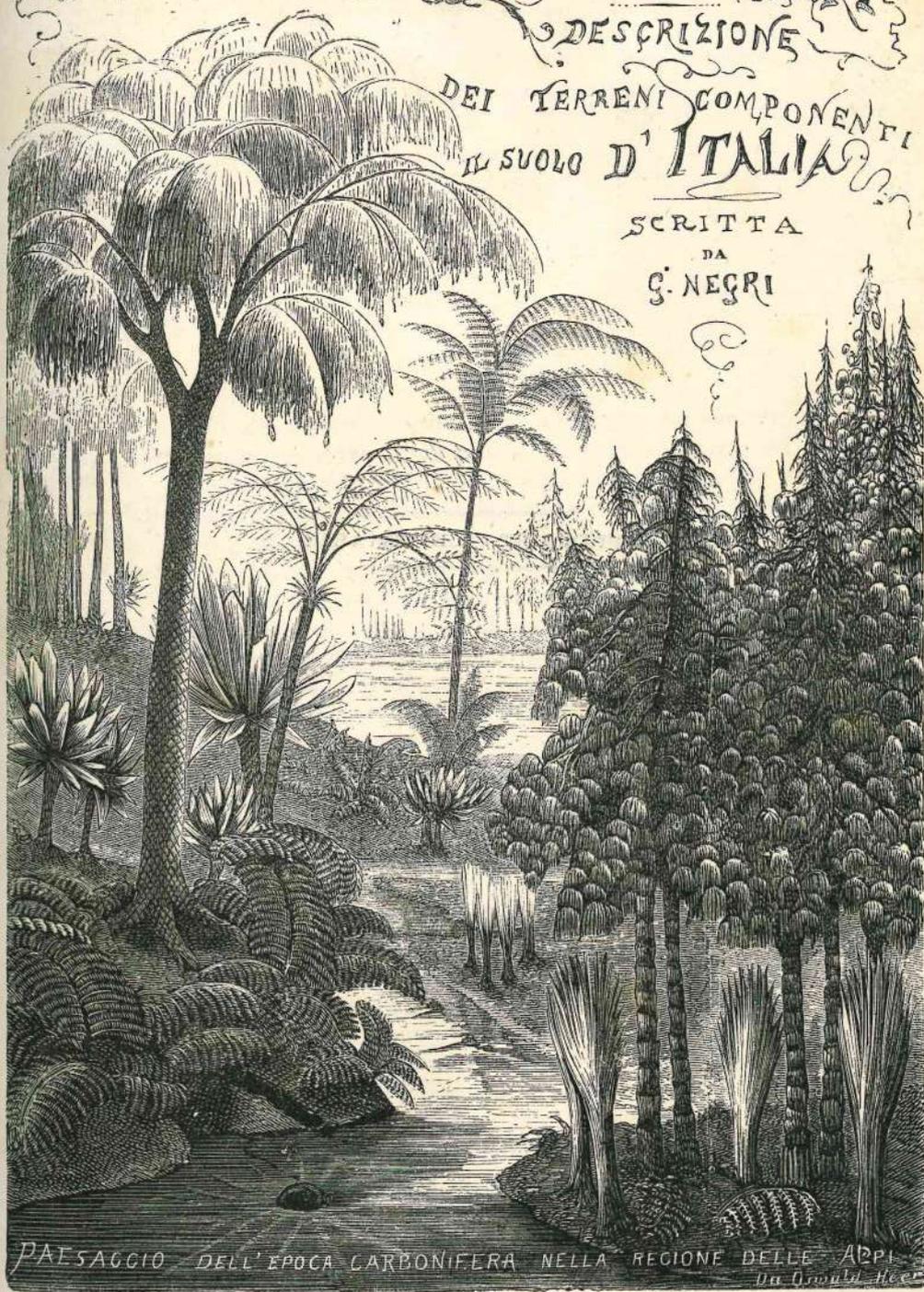
GEOLOGIA D'ITALIA

PER
ANTONIO STOPPANI E GAETANO NEGRI

DESCRIZIONE
DEI TERRENI COMPONENTI
IL SUOLO D'ITALIA

SCRITTA
DA
G. NEGRI

SSG 9

PAESAGGIO DELL'EPOCA CARBONIFERA NELLA REGIONE DELLE ALPI
Da Oswald Heer

INTRODUZIONE

Nell'accingermi a descrivere la costituzione geologica del suolo italiano, io intraprendo un'opera estremamente ardua e necessariamente incompleta.

Un' opera di questo genere non potrebb' essere che il commento di una carta geologica d'Italia, quel commento, che ne agevolasse l'intelligenza al pubblico non ancora iniziato ai segreti della scienza e svolgesse, nel linguaggio comune, la storia contenuta nelle cifre colorate di cui usa il geologo. Ma la carta geologica del nostro paese è un desiderio che non avrà di certo un pronto compimento; e pertanto le notizie relative alle condizioni del suo suolo vanno cercate in memorie staccate, scritte in epoche diverse, difficili talvolta a rintracciarsi, non collegate da nessun concetto superiore e comune, anzi spesso contradditorie fra di loro, o ispirate a teorie e ad idee intieramente cadute. Si aggiunga che una porzione e non piccola del suolo italiano non ebbe speciali illustratori; su qualche altra gli appunti sono così scarsi ed incompleti da non poterne ricavare che una debolissima luce.

È doloroso il vedere quasi solo in Europa, condannato a questa deplorabile mancanza, quel paese che fu, possiamo dire, la culla della geologia, in cui vennero deposti i germi di quelle teorie, che poi furono recate a crescere e fruttificare in altre contrade. Cominciando da Leonardo da Vinci e passando per Fracastoro, Cardano, Cesalpino, Majoli, Fabio Colonna, che primi intravvidero il vero carattere dei fossili e ne dedussero l'originaria esistenza del mare sul suolo che or li racchiude; venendo a Vallisnieri, Lazzaro Moro che fu il fondatore della teoria dei sollevamenti, Gennarelli Arduino, Fortis, Testa, Spallanzani, e ai più recenti Marzari-Pencati, Maraschini, Brocchi, Pareto, Collegno, Pilla, fino alla schiera illustre dei viventi; abbiamo una serie di nomi a cui difficilmente potrebbesi contrapporre l'eguale. Ma qui dobbiamo notare due fatti; il primo, che al fervore degli studî geologici manifestatosi in Italia all'aprirsi del secolo tenne dietro un periodo di relativo assopimento. Mentre in Inghilterra, in Francia, in Germania si addestravano gli ingegni, si fondavano scuole istituti, che appunto miravano all'accertamento delle teorie divinate più che verificate dei geologi precedenti, applicandole alla spiegazione dei fatti rivelati dalla superficie terrestre: in Italia la lena andava mancando e sul suolo stesso della patria gli stranieri stampavano le orme forse più frequenti di quelle dei nostri. — Il se-

condo fatto è che la geologia, al pari del resto di ogni altra scienza, in Italia non entrò mai a far parte della moneta corrente delle cognizioni popolari, non diventò mai scienza volgare, nel senso nobile e vero della parola. Scarso quindi l'interesse destato dalle scoperte e dalle discussioni, nulli l'appoggio e la spinta a quei lavori che, come le carte geologiche, esigono la cooperazione di molti e spese e fatiche rilevanti e replicate: sicchè anche coloro che pur sentirebbero in sè stessi la vocazione alla scienza, vedendola trascurata e non compresa se ne distaccano a poco a poco cadendo nella indifferenza comune. È del resto, lo ripetiamo, la storia di tutta la scienza italiana. Sarebbe stoltezza e falsità il dire, che il numero e la valentia degli ingegni sia minore in Italia che nelle altre nazioni. Anzi si potrebbe, forse senza ingiustizia, sostenere la tesi opposta. Se non che in Italia i grandi ingegni son quasi gruppi d'alberi che sorgono isolati in un deserto smisurato; si ammirano, ma non bastano a dare a tutta la pianura il carattere delle fecondità. Presso le nazioni le più civili, la coltura è diffusa all'infinito. Gli alberi son forse meno eccelsi e maestosi dei nostri, ma si innalzano sopra un suolo tutto verdeggiante e fruttifero; i semi deposti non cadono sull'arida sabbia, ma bensì sovra un terreno acconcio al loro sviluppo. Quì sta tutta la differenza da nazione a nazione, tutto il segreto della superiorità dell'una sull'altra; qui sta la radice del male; e solo allorquando sarà strappata, diverrà possibile anche presso di noi l'effettuazione di quelle imprese intellettuali, che pur formano la gloria la più pura e la più vera della civiltà.

L'Italia è geologicamente uno dei paesi più interessanti del mondo, sia che si voglia investigarla stratigraficamente nella varietà dei terreni che ne compongono il suolo, sia che si vogliano scrutare le forze telluriche attualmente in azione. Dal gneiss e dallo scisto paleozoico, che formano le aguglie più eccelse delle Alpi, alle colline di sabbie plioceniche che orlano il littorale dell'Adriatico abbiam tutta la serie dei terreni. — Nei ghiacciai, che lambiscono i nostri confini, nei vulcani ancora infocati, nei mari che battono la lunga e triplice costiera, vediamo manifestarsi, con un'azione che può essere da tutti constatata e sentita, alcune delle forze che cooperano alla continua elaborazione del globo. — Vedremo come i terreni antichissimi, che formano in parte il semicerchio Alpino, dalle montagne della Liguria discendano e si sprofondino sotto le acque del Mediterraneo, per ricomparire nel breve tratto delle Alpi Apuane e nelle isole di Corsica, di Sardegna e dell'Arcipelago toscano; come la lunga spina dell'Apennino, dalla Liguria alla estrema Calabria, possa scindersi in tre parti; la prima consta dell'Apennino ligure e toscano ed è formata da terreni terziari; la seconda comprende le montagne dell'Umbria, della Sabina, dell'Abruzzo, di Basilicata, nelle quali torreggiano i calcari delle epoche secondarie; nell'estremo Aspromonte di Calabria risorgono gli scisti ed i graniti, fronteggiati da identiche rocce sulle coste siciliane, e a questi si sovrappongono di nuovo i terreni secondari componenti la catena che si protende da Messina a Palermo. — Lungo il lembo settentrionale della valle del Po, nel Veneto e in Lombardia, vedremo appoggiata al diaframma delle Alpi tutta la serie dei terreni fino alle più recenti alluvioni; in Piemonte invece queste medesime alluvioni e le argille plioceniche vanno ad urtare direttamente contro gli scisti e le dioriti. Il tutto è poi quasi dovunque rivestito dai terreni incoerenti, depositati dagli antichi ghiacciai che dalle vette delle Alpi si protendevano nelle molteplici insenature, dove hanno spumeggiato le acque dell'Adriatico. — Lungo il versante orientale dell'Apennino si svolge una monotona serie di colline di sabbie ed argille deposte dal mare pliocenico che, quando appunto si insinuava nel golfo che più tramutossi nella valle del Po, batteva direttamente la parete dell'Apennino centrale. Lungo il versante occidentale, la catena primieramente immerge la base nelle acque del Mediterraneo; indi ne è separata da quei

frammenti di formazioni paleozoiche a cui abbiamo accennato; più avanti la monotonìa dei terreni recenti è interrotta dalle formazioni dei vulcani terziarî e quaternarî di Romagna, del Lazio, dell'Italia meridionale. In Sicilia diremmo quasi che la barriera di montagne secondarie sostenga al Sud un grande altipiano di terreni più recenti, dai quali si innalza a un estremo la vetta fumante dell'Etna.

Per descrivere anche sommariamente, e in quel modo incompleto a cui siamo condannati, questo complesso di terreni: si ponno seguire due metodi diversi. Il primo consisterebbe nel descrivere provincia per provincia, esaurendo per ognuna la trattazione, col secondo invece si studia ogni singolo terreno isolatamente, cercando di seguirlo da un estremo all'altro della penisola. Il primo dev'essere preferito quando si voglia comporre un manuale, una guida per il geologo viaggiatore: il secondo si acconcia assai meglio a un lavoro, il cui scopo è quello di offrire un quadro chiaro e complessivo della costituzione geologica di tutto il paese, e una volta che fosse applicato con la copia necessaria dei dati e con l'opportuna esattezza, condurrebbe senza fatica e naturalmente al racconto delle varie vicende a cui fu in preda il suolo d'Italia. — Ed è questo appunto il metodo, al quale ci atterremo, cominciando da terreni più profondi e risalendo ai più recenti.

Nella nostra trattazione, lo dichiariamo anticipatamente, partiamo dal concetto che il lettore sia già edotto degli elementi della scienza; conosca la serie degli strati; il valore dei fossili, e le leggi principali su cui è basata la scienza: altrimenti tutta l'economia del nostro lavoro verrebbe turbata, faremmo, più che una descrizione del suolo di un paese, un trattato di geologia, si aumenterebbe di troppo la mole del lavoro, senza che per questo le cognizioni elementari che si fossero esposte, avessero quella distribuzione e quell'ordinamento che dev'essere il tratto caratteristico di ogni libro destinato all'insegnamento di una scienza.

Premesse queste poche osservazioni entriamo di getto nel cuore del nostro argomento. — Non prometto a chi vorrà seguirmi un cammino facile ed ameno, poichè se anche fosse stato in mio potere il farlo, non avrei voluto comporre ad un forzato sorriso ed ornare di fiori non proprî le austere sembianze della scienza. Il solo e duraturo diletto che si possa raccogliere dalle letture dello stampo di questa nostra sta tutto nei fatti stessi che ne formano argomento, nell'ordine e nella chiarezza con cui sono esposti. Per questo rapporto cercai di fare il meglio che poteva. Le notizie le attinsi alle fonti le più pure ed ebbi sempre in mira di distribuirle in modo che ne risultasse un quadro uno e completo. Oso pertanto sperare che il lettore non dirà d'aver gittato il tempo e la fatica spesa nello scorrere queste pagine, le quali varranno a dargli un primo concetto sulla costituzione del suolo della patria. — Nè certo avvi argomento più degno di studio e più atto a solleticare l'intelligenza di ognuno che ami il proprio paese. Poichè è solo colla cognizione profonda e completa di tutti gli elementi fisici e morali che entrano a comporre questo ente che chiamasi la patria, che possiam rendere noi stessi e gli altri capaci di cooperare al suo bene. Se io dunque potessi credere d'aver contribuito, anche solo in minima parte, a rischiararne i lineamenti, ad inciderne il profilo con un tratto più netto e sicuro, ciò sarebbe la più alta ricompensa che toccar possa a questo mio lavoro.

TERRENI PALEOZOICI

Nel lungo viaggio che stiamo per intraprendere attraverso i terreni componenti il suolo d'Italia, procederemo dal basso all'alto, dagli strati più antichi ai più recenti. Noi comprendiamo tutti i terreni più profondi sotto la sola e complessiva denominazione di terreni Paleozoici, e la allarghiamo ad abbracciare anche quelli che son detti *azoici*, e che sarebbero forse rappresentati nelle Alpi dalle rocce gneissiformi; poichè una distinzione assoluta e vera fra quei terreni, che non contengono, almeno in apparenza, traccia di vita, e gli altri che ne portano invece le impronte, è resa impossibile nelle Alpi dall' azione persistente del metamorfismo, il quale ha profondamente alterate le rocce, e cancellate quelle impronte; per il che tutti i terreni sottoposti al Carbonifero, il solo che ci fornisca fossili, dovrebbero classificarsi fra i terreni *azoici*. Ma questa denominazione potrebbe indurre nel lettore un falso concetto, sembrando quasi si volesse asserire che, mentre stava formandosi tanta parte di rocce Alpine, ancora non s'agitava la vita alla superficie del globo; concetto questo affatto discorde da quello da noi adottato, e per il quale vediamo, in questa gran massa di gneiss e di scisti, i probabili equivalenti di tutti i terreni Paleozoici dal Laurenziano al Permiano.

Quanto alle rocce eruttive, graniti, porfidi, basalti, ecc., non ne facciamo una descrizione a parte; ma cercheremo di notarli e descriverli, mano mano che ci si presenteranno al livello stratigrafico, che segna probabilmente l' epoca della loro eruzione, e troveremo i graniti limitati, almeno nelle Alpi, all' epoca Paleozoica, i porfidi comuni a questa e all' epoca secondaria; esclusivi ai terreni terziari i basalti, e le trachiti; così otterremo primieramente un quadro completo dei terreni che successivamente descriveremo, e in secondo luogo la discussione dei rapporti stratigrafici, fra le rocce eruttive, e le rocce di sedimento che le circondano, riescirà più chiara, più facile, senza ripetizioni e senza richiami.

I terreni paleozoici occupano in Italia una zona assai vasta, e in gran parte continua, che, per l'estensione della sua superficie, e la potenza delle sue formazioni, potrebbe rivaleggiare con qualsiasi altra regione paleozoica del globo, se non fosse che la quasi completa mancanza dei fossili, e l'alto grado di metamorfismo, a cui andarono soggette le sue rocce, imprimono a tutta la massa un carattere di monotonia opprimente, e rendono impossibile quella distinzione e classificazione in varî piani e terreni che è pur l'opera più delicata e interessante della geologia.

Dobbiamo appagarci di considerare questa gigantesca formazione, almeno nella

sua massima parte, come un complesso quasi inscindibile, ammirando la stupenda imponenza di quegli ammassi di scisti e di marmi, ma disperando di trovare in essi le colonie di coralli e di trilobiti, i corazzati ganoidi, le felci e le sigillarie lussureggianti, che pure avranno una volta animati quei fondi, guizzato nelle acque, e ombreggiati i tepidi estuari.

E mancando la dettagliata cronologia delle rocce sedimentari, manca per necessaria conseguenza anche quella delle molteplici rocce eruttive, graniti, dioriti, e porfidi, che si injettarono o si espansero nei terreni paleozoici e che ora formano gruppi potentissimi, isolati gli uni dagli altri da zone più o meno estese di terreni sedimentari.

Per queste cause la geologia della regione paleozoica italiana, che in gran parte comprende la regione delle Alpi, venne nei primordi della scienza assai trascurata, e si diffuse il concetto che in Italia mancassero i terreni paleozoici, concetto avvalorato nel pubblico dalla lamentata mancanza del carbon fossile, e sostenuto nei recinti della scienza da alcuni fra i più forti campioni della geologia, i quali persistevano a negare l'esistenza di quei terreni nel cuore delle Alpi, facendo violenza, dove era il caso, alle scarse pur troppo, ma eloquentissime prove fornite dai fossili.

Ma lo studio pertinace, di cui negli ultimi tempi furono l'oggetto quelle complicate e sconvolte regioni, ha oramai posto fuor di dubbio molti importantissimi dati, e la luce della scienza comincia a diradare le tenebre che involgevano la geologia Alpina. Due orizzonti sono accertati, e si ponno seguire per tutta l'estensione della zona paleozoica, e sono quelli del Permiano e del Carbonifero, quest'ultimo rivelato da' suoi caratteristici fossili alle due estremità orientale e occidentale della catena Alpina in Toscana, in Sardegna, in Sicilia. In Sardegna si è pure raccolta una ricca fauna Siluriana. In tutte le altre regioni, non abbiamo inferiormente al Carbonifero che un complesso di terreni così profondamente alterato da toglier quasi ogni speranza di una possibile scoperta di avanzi organici.

Ma intanto il campo dell'ignoto è già di molto ristretto, e soccorrendo le analogie litologiche coi terreni che trovansi sul versante settentrionale delle Alpi, od anche in più lontane regioni, è forse già possibile, sebbene sia di certo un imprudente assunto, il segnare in quella massa ancora indivisa qualche traccia di piani e l'applicarvi qualche nome. — E vedremo, come anche le nuove idee relative all'azione esercitata nei fenomeni geologici dalle rocce eruttive, idee più razionali e conformi al vero di quelle che correvano ancora non sono molti anni, abbiano assai giovato all'osservatore nell'ordinare e nel ricomporre le masse sconvolte ed enigmatiche delle nostre montagne. — Per questo rapporto la regione delle Alpi è certamente la più interessante di quante finora la scienza ha minutamente esplorate, poichè se vogliamo formarci un concetto, una imagine evidente della causa sollevatrice, e del modo con cui si esercita, non dobbiamo rivolgere lo sguardo ai larghi bacini dell'Inghilterra o degli Stati Uniti, dove si veggono tranquillamente deposti e risollevati i sedimenti argillosi e calcari dei mari paleozoici, ma bensì a questa zona corrugata e sconvolta, dove quei medesimi sedimenti, injettati da cento rocce eruttive, alterati dall'influsso delle forze agenti nell'interno del globo, vennero da queste medesime forze sollevati ad altezze prodigiose, spezzati, rotti, rovesciati così, che, se scomparve in essi la tenue e delicata impronta del mollusco o della felce, portano più viva e parlante la traccia delle fortunose vicende a cui furono in preda per miriadi di secoli.

Se gettiamo uno sguardo sulla regione che avremo a percorrere, e prendiamo le mosse dal confine orientale d'Italia, vediamo che la zona di terreni paleozoici, la quale forma le montagne al Sud della Drava, continua, aumentando di potenza, nelle Alpi Carniche, non interrotta che dalla striscia di terreni più recenti che occupa il colle di Tarvis, per cui dal Friuli si passa in Carinzia. — Questa zona, che segna la cresta delle Alpi Carniche si prolunga con direzione E-O fino presso Klausen dove discende a Sud per comprendere i porfidi quarziferi del Tirolo meridionale, e i micascisti della Val Sugana, delimitata ad Occidente da quella striscia di terreni giuresi e cretacei, che dalle prealpi del lago di Garda e del Veronese, si spinge lungo la sponda destra dell'Adige fino all'altezza di Bolzano. — All'Ovest di questa

zona secondaria, i terreni paleozoici discendono comprendendo i graniti dell'Adamello fino al M. Frerone, anzi ricompajono più al Sud in Val Trompia, e, dirigendosi quindi verso Occidente, formano tutta la catena meridionale della Valtellina, e toccano il lago di Como al sud di Bellano.

Continuano in linea retta fino al lago Maggiore, e rinnovando in più esigue proporzioni quel cangiamento di direzione, che vedemmo compiersi intorno ai terreni secondari del Tirolo, discendono a Sud fino all'altezza di Arona, donde muovono verso Sud-Ovest, per cingere con un arco di cerchio la pianura Piemontese.

I punti che abbiamo accennati, segnano il confine meridionale della zona paleozoica delle Alpi italiane. A Settentrione essa sarebbe limitata primieramente dalla striscia di calcari triasici, che si insinua fra la Valle della Drava e quella del Gail. Ma questa striscia si annulla presso l'origine di quest'ultimo fiume, e il grande ammasso di scisti e di gneiss si allarga non interrotto dalle prealpi italiane, alle bavaresi ed austriache, abbraciando tutta la catena delle Alpi centrali, fino al punto in cui s'insinua in esso il gruppo di calcari secondari dell'Ortles, del M. Cristallo, dello Stelvio, che penetrando nel passo d'Albula, al Nord del quale trovasi il nucleo cristallino di Selvretta, girano intorno ai graniti del Piz Ott e della Iulier, per cedere più avanti il posto agli scisti pure secondari d'Oberhalbstein, dello Spluga del S. Bernardino, d'Airolo, di Bedretto e dell'alta valle del Rodano. Questo complesso di terreni secondari scende quindi da Nord a Sud passando fra il M. Bianco, e il S. Bernardo, nella Tarentasia, nella Maurienne, nel Delfinato.

Ma notisi che l'immensa zona che cinge il Piemonte, e che si allargherebbe da Morgex ad Ivrea, non è continua; poichè nel suo mezzo corre un potente ammasso di formazioni triasiche, quarziti, calcari e scisti, che passa fra il M. Viso e Montdauphin, per il M. Genèvre, fra Oulx e Neuvache, fra Susa e Modane, fra il M. Levanna e il M. Iseran, fra Verres ed Aosta, e si innalza fino al M. Cervino, girando intorno a quei grandi colossi di gneiss che sono il M. Rosa e la Dent Blanche. — A Sud questa formazione secondaria entra per il colle della Maddalena nelle valli italiane, e orla fino a Pinerolo la pianura Piemontese, interponendosi fra essa e la zona di terreni paleozoici, i quali, dopo quella breve interruzione, ricompajono, dirigendosi ad E-S-E, e formando i due nuclei delle Alpi Marittime e delle Alpi Liguri, separati l'uno dall'altro dal Colle di Tenda, su cui posano tutti i terreni dal trias all'eocene, si spingono a toccare la spiaggia del Mediterraneo nei dintorni di Savona. — Si celano quindi sotto le acque del golfo di Genova, che si distendono appunto in una grande spaccatura avvenuta in essi; risorgono sulla sponda orientale del seno della Spezia, formano la catena delle Alpi Apuane, e si mostrano nel gruppo dei M. Pisani, in lembi isolati sulla spiaggia di Toscana, e nell'Arcipelago Tirreno, forse tutti avanzi di una terra sfasciata e distrutta, che occupava questa parte del Mediterraneo, e si congiungeva alle due grandi isole di Corsica e di Sardegna, dove i terreni paleozoici riassumono le loro proporzioni imponenti. Finalmente li rivediamo all'estremità d'Italia, nello sprone della Calabria, da Cosenza ad Aspromonte e nella punta Nord-Occidentale dell'Isola di Sicilia, formando due gruppi, una volta congiunti l'uno all'altro, ed ora non separati che dal breve intervallo dello stretto di Messina.

Poniamoci ora a studiare il dettaglio di questi terreni e prendiamo per punto di partenza il nucleo cristallino dell'Ankogel (3250^{m}) posto nel cuore delle Alpi Noriche e delimitato a Sud dalla Drava, ad Est dal Lieser, a Nord dalla Mur e ad Ovest dal gruppo scistoso, che forma il Gross Glockner (3686^{m}).

Questo nucleo consta di un gneiss, detto da Hauer, *gneiss centrale;* si distingue per il suo aspetto assolutamente eruttivo, non essendovi visibile assai spesso la più piccola traccia di scistosità. Si compone di un'intima mescolanza di ortoclase e di quarzo, e la mica nerastra che vi è unita si diffonde per tutta la massa in fogliuzze esilissime, che non posseggono mai una regolare figura tabulare. Il gruppo gneissico è circondato da ogni parte da scisti micacei, calcari e cloritici, i quali, costituendo tutti insieme la catena centrale delle Alpi, muovono verso Oriente fino ai dintorni di Gratz, dove si dividono in due rami; il primo dei quali, piegando a Nord, va ad

unirsi alla catena dei Carpazi, mentre il secondo, piegando a Sud, si dirige verso la Croazia.

Il ramo settentrionale consta di una grande zona di rocce gneissiche, sempre litologicamente distinte dal gneiss centrale, in cui ricompare la traccia, almeno apparente, della sedimentazione. Presso Neustadt, essa è attraversata dalle formazioni terziarie, che colmano la pianura dell'Ungheria, e si scinde quindi in varî gruppi isolati di scisti cristallini, che segnano appunto gli anelli di congiunzione fra il sistema delle Alpi e quello dei Carpazi. Il braccio meridionale s'interrompe, avendo percorso un cammino assai più breve dell'altro. Consta principalmente delle montagne del Bacherwald (1537^{m}), formate da un nucleo centrale di granito circondato da gneiss e micasciti, dopo le quali vediamo allinearsi, come nel ramo settentrionale, una serie di isole cristalline, sorgenti nel mezzo delle formazioni più recenti, e sono; in Croazia la piccola striscia di micascisto al N. O. di Kreuz e i due gruppi dei dintorni di Agram, dei quali uno di micascisto, e l'altro di dioriti, e finalmente le montagne della Slavonia occidentale, di granito, di gneiss e micascisti.

Nel mezzo di questa grande zona ritrovansi alcuni giacimenti di terreni, che hanno conservata la loro impronta strettamente sedimentare e sono fossiliferi. Per limitarci ai terreni paleozoici, noteremo il gruppo di rocce devoniane dei dintorni di Gratz, e l'ammasso di terreni carboniferi della Stangalpe al confine della Stiria e della Carinzia. Lungo la linea, che ne segna il confine al Nord, corre, fin presso il bacino di Vienna, una striscia, talvolta potente di arenarie, conglomerati e scisti siluriani, che vengono a immediato contatto coi terreni triasici. Lungo il confine meridionale, abbiamo sviluppatissimo il terreno carbonifero. Dalla valle del Gail, esso si stende, almeno a lembi, sino alle propagini le più orientali della catena Alpina. Non forma sempre la roccia di contatto cogli scisti cristallini; ma talvolta ne è separato da una catena di calcari del trias. Appartengono a questa zona, anche gli ammassi carboniferi dei dintorni di Lubiana, che si spingono colle loro diramazioni, entro le aree terziarie della pianura Croato-Ungherese, e quei varî gruppi isolati nel mezzo dei calcari triasici, che segnano il confine orientale della catena cretacea ed eocenica della Dalmazia.

La valle del Gail, che corre lungo il versante settentrionale delle Alpi Carniche, è una delle località più importanti per l'intelligenza dei terreni paleozoici nelle Alpi, e fu ultimamente studiata dal Suess con grandissima cura. Il fondo di questa valle, almeno nella sua parte superiore, consta di uno scisto micaceo argilloso.

Al Nord essa è delimitata da una catena di calcari triasici, che separano il corso del Gail, da quello della Drava, e al Sud dalle formazioni carbonifere, calcari, conglomerati e scisti, che, dal colle di Toblach fino al passo di Tarvis, formano le alte vette delle Alpi Carniche, il M. Palumbino, il M. Paralba, il M. Ludino, il M. Germula, e che a Sud vengono a contatto coi giganteschi ammassi di dolomie e calcari triasici delle alte valli della Piave, del Tagliamento, dell' Isonzo.

Ora i rapporti stratigrafici di quella sottile zona scistosa, che forma il fondo della valle del Gail, sono assai confusi, e in alcuni punti si veggono gli scisti inclinare da una parte a Nord, sotto gli strati triasici, dall'altra a Sud sotto gli strati carboniferi. Da questo fatto molti osservatori aveano dedotto il concetto dell'alta antichità degli scisti, che sarebbero stati anteriori alle formazioni carbonifere, e spiegavano la mancanza di quest'ultime nella breve zona fra il Gail e la Drava, in cui i terreni triasici vengono a posare immediatamente su di quelli, mediante l'ipotesi che questa zona fosse emersa come terra asciutta durante tutto il periodo carbonifero. Ma Suess ha dimostrato che la posizione dello scisto al di sotto degli strati carboniferi è dovuta esclusivamente a un rovesciamento parziale, e che la serie può essere ricostrutta, partendo dai calcari triasici, e discendendo per gli scisti di Werfen, le arenarie di Groden, gli scisti minaceo-argillosi per finire ai terreni carboniferi. In fine questi scisti del Gail sono in tutto identici a quelli che troveremo nella Val Sugana, nei Grigioni, e rappresentano la continuazione della gran zona degli Scisti di Casanna, che segue le Alpi in tutto il loro sviluppo. Notisi anche la caratteristica presenza del Cinabro e del Mercurio, e l'abbondanza dei filoni metalli-

feri. Le formazioni carbonifere sono poi ricchissime di fossili. Si osserva superiormente un conglomerato quarzoso, con banchi interclusi di arenarie; indi scisti neri a piccoli *Productus* e a *Fenestella plebeja*, indi un calcare nero col *Productus giganteus* e Poteriocrini e Ciatofillidi.

Nella Carinzia orientale abbiamo i medesimi fatti. Al Nord, una zona triasica che forma alte montagne: succede una striscia scistosa, e quindi terreni carboniferi. Ma è d'uopo notare che nella zona scistosa sono injettate rocce sienitiche e granitiche che mancano nella Carinzia occidentale. Il tutto è rovesciato inclinando a Sud, cosicchè le formazioni triasiche sostengono sul dorso tutto il complesso delle formazioni paleozoiche. La serie naturale dal basso all'alto sarebbe questa: calcari, conglomerati, arenarie e scisti, con *Productus, Fenestella, Poteriocrinus* e vegetali: dolomie, scisti di Casanna: Sieniti, Granititi, strati talcosi e serpentinosi con cinabro, arenarie di Groden e calcari triasici. — Devesi però notare un altro fatto importante, cioè che mentre le Sieniti e le Granititi, che abbiamo accennato, si veggono sovrapposte agli scisti di Casanna; questi sono in alcuni punti, e specialmente nella valle superiore della Miss, sostenuti da un' altra formazione eruttiva, costituita da una specie di gneiss tonalitico; per cui, se si osasse sincronizzare tutte queste formazioni con quelle del Tirolo e delle Alpi Occidentali, lo gneiss dovrebbe corrispondere al granito, e le altre rocce eruttive ai porfidi.

Ora osserviamo più minutamente la disposizione dei terreni paleozoici sul versante italiano delle Alpi Carniche. Notiamo prima di tutto, che fra queste ultime e la valle dell'Alto Tagliamento, corre una depressione diretta da Ovest ed Est, la quale incide tutte le valli che, dirette da Nord a Sud, vengono appunto a sboccare in quel fiume (1). Comincia alle falde del M. Razzo; passa per il canale di S. Canziano; attraversa il canale di Gorto; continua per la Valcalda fino a Palazza; attraversa il canale di San Pietro, e senza deviazione si avanza fino a Paulara dove incrocia il canale dell' Incarojo, e continuerebbe per la Pontebbana e la valle del Fella, se non fosse interrotta dall'alto dosso di Pradulina.

Ora è appunto questa depressione che segna il limite fra i terreni paleozoici e i terreni triasici.

I terreni carboniferi dividonsi in due piani. L'inferiore è composto di schisti argillosi e nerastri, a cui si aggiungono superiormente dei conglomerati ed arenarie più o meno bituminose; il superiore consta di calcari cristallini, compatti, grigi, neri e rossastri. Gli schisti contengono dei resti di vegetali mal conservati, e costituiscono, non solo la base, ma la massa principale della formazione carbonifera, e di essa constano le montagne dal M. Germula fino al M. Crostis, M. Zovo, M. Croda bianca, al N. E. di Forni Avoltri. In più luoghi la parte superiore di questo gruppo muta di forma, rivelando delle arenarie grigie, nerastre, talvolta variegate, non di rado micacee, le quali contengono frequenti cristalli di ferro solfurato, e di galena argentifera. Questi minerali venivano una volta estratti presso Forni Avoltri. Le arenarie sono assai ricche di fossili: *Spirifer, Productus* e specialmente polipai dei generi: *Cyatophillum, Fenestella, Alveolites, Favosites.*

Pienamente concordante con questa serie è il gruppo superiore, composto di calcari, che occupa la sommità delle montagne le quali limitano a Sud la valle del Gail. Un calcare saccaroide, subcristallino, costituisce lo spartiacque di M. Frugnoni e M. Silvella, e si prolunga fino a M. Palumbino, M. Paralba, M. Avanzo, M. Canale, dove furono trovati i seguenti fossili: *Orthoceras sp., Loxomena ignotum, Cardium hibernieum, Spirifer glaber, Chiatophillum plicatum, Streptorynchus crassus.*

Altri banchi calcari, spettanti allo stesso sistema, si scorgono sulle vette meridionali di M. Coglians, e si protendono per Pizzo Colline, M. Croce, M. Pal, Pizzo di Timan fino a M. Germula e alla Pontebbana. E notiamo che ultimamente venne scoperto dal Prof. Taramelli un ricchissimo deposito fossilifero nei dintorni di Pontebba e non possiamo che aspettare colla massima impazienza la pubblicazione de'suoi studii, che certo getteranno una viva luce sulle questioni relative ai terreni paleozoici nelle Alpi.

(1) Pirona, *Cenni geognostici sul Friuli.*

Un fatto importantissimo, notato da Zigno dietro le indicazioni di Stur, è la mutabilità della inclinazione di questo terreno, lungo tutta la linea del suo limite meridionale. Infatti, esso inclina a Nord (e quindi in discordanza coi terreni triasici che gli succedono) lungo la Piave, nel Comelico, sul M. Palumbino, e al piede di M. Paralba. A Rigolato invece, gli strati inclinano a Sud, e vanno quindi a nascondersi regolarmente sotto i terreni triasici. A Ravasclette discendono di nuovo inclinando a Nord; ma sul M. Crostis si ripete l'inclinazione a Sud, la quale poi al Nord di Zovello e Ligoscello è così forte, che gli strati sembrano verticali. Al Germula inclinano a Nord. Teniamo ora nota di questi fatti, che forse potremo spiegare più avanti.

Un altro fatto, che non dev'essere dimenticato, è la presenza, fra il terreno carbonifero e le formazioni triasiche, dello scisto micaceo-argilloso, che già vedemmo nella valle del Gail. Non sembra però, che questo fatto si verifichi su tutta la linea, o almeno non fu osservato e notato dai pochi esploratori; ma tuttavia lo spaccato della valle di Avanzo, dove trovansi le antiche miniere ai Forni Avoltri, basta a provare che normalmente dovea verificarsi anche sul versante italiano la interstratificazione dello scisto argilloso fra le due formazioni carbonifera e triasica.

La parete meridionale della valle, consta di calcari triasici, scisti di Werfen e puddinghe del Verrucano: al Nord si innalza la gran muraglia del calcare carbonifero, ma fra questo e il Verrucano havvi una zona di scisti, ed è appunto nella sua linea di confine col calcare che trovasi il minerale. È quindi fuor di dubbio, che questa roccia corrisponde a quella che vedemmo nella valle del Gail. — Il tratto geologico, che distingue più chiaramente le Alpi Orientali dalle Occidentali, è pertanto questa zona grandiosa di calcari, conglomerati e scisti carboniferi, poco o nulla alterati, la quale, partendo dai confini orientali del Tirolo, si avanza all'Est, fino a toccare le pianure della Croazia ed Ungheria. — Ed un fatto interessante è che questa zona non trovasi nella sua posizione normale, cioè al Nord degli scisti di Casanna fra questi e le formazioni gneissiche della regione centrale, ma bensì intercalata fra due zone di terreni triasici, delle quali, più esile la settentrionale, potentissima invece la meridionale o veneta e friulana: fra la prima e i terreni carboniferi affiora in molti punti lo scisto di Casanna; di rado invece fra il carbonifero e la seconda. Quindi se vogliamo costrurre teoricamente la stratigrafia di tutta questa regione, dobbiamo immaginare una sinclinale degli scisti di Casanna, in cui riposano i terreni triasici. Sotto alla parete meridionale, appaiono le formazioni carbonifere, le quali dovrebbero disegnare una regolare anticlinale: se non che pare abbiano subito assai gravi disturbi, in forza dei quali, al Nord riuscirono ad apparire superiori allo scisto e al Sud si produssero tutti quei violenti cangiamenti di inclinazione, che notammo lungo la loro linea di confine. Questa zona di calcari e scisti fossiliferi, tanto preziosa sotto il rapporto geologico, manca affatto nelle Alpi Occidentali, dove si passa dai terreni triasici al gran deserto delle formazioni cristalline, non alliettato che da qualche rada e povera oasi di impronte vegetali.

Abbiam detto che questo orizzonte del calcare carbonifero è prezioso pel geologo. Infatti esso ci permette di determinare, almeno approssimativamente, l'età di un'altra formazione; quella dello scisto micaceo-argilloso, la quale corre non interotta per tutta quanta la lunghezza delle Alpi. — Or noi sappiamo che essa riposa sopra un terreno indubbiamente carbonifero; e quindi in parte potrà entrare in questo medesimo terreno, in parte rappresenterà nelle Alpi i sedimenti dell'epoca permiana. Di certo il carattere distintivo per eccellenza, cioè quello dei fossili, manca quasi completamente in questa zona scistosa; ma pure la flora del carbonifero superiore, trovatavi presso Tergove, e quella del permiano scoperta in Val Trompia, forniscono dati eccellenti a conferma della determinazione stratigrafica. Inoltre nella scarsità dei fossili soccorrono alcuni altri criterî assai chiari e importanti, e sono, l'uniformità litologica della formazione, per tutta quanta la sua estensione, constando sempre di uno scisto, a cui l'azione del metamorfismo non tolse il carattere sedimentare; è assai argilloso, si sfalda in sottilissimi straterelli, è di colore brunastro, e non presenta mai quell'aspetto di compattezza, e di cristal-

linità, che distingue le formazioni scistose più profonde. Di più questo scisto, in tutta la regione Alpina, è il nido più ricco di filoni metalliferi, specialmente di rame solforato, e di galena; contiene con abbondanza il quarzo, e nelle Alpi Orientali, è sparso di giacimenti di cinabro e di mercurio, i quali sembrano veramente limitati a questa sola formazione. Daremo ad essa il nome di Scisto di Casanna, nome attribuitole la prima volta dal Theobald, e preso appunto da una località delle Alpi Retiche, dove è assai potente. Notiamo però, che noi usiamo questo nome in un senso assai più ristretto che non il Theobald, il quale, applicandolo a quasi tutti i terreni scistosi, lo spogliava di ogni concetto stratigrafico. Superiormente ad essa corre, si può dire per tutta quanta la zona paleozoica d'Italia, un potente ammasso di conglomerati e di arenarie, conosciuto nella scienza sotto il nome di Verrucano. Consta inferiormente di una puddinga a ciottoli di scisto, di quarzo e di porfido, in vicinanza agli ammassi di quest'ultima roccia. Qualche volta non ha proporzioni molto considerevoli; ma altre volte ha uno sviluppo enorme, e tale lo vedremo nelle Prealpi lombarde. Ha la più stretta analogia con quella puddinga porfidica, tanto diffusa in Germania, dove forma da sola quasi tutto il piano del *Rothliegende* che appartiene, come è noto al terreno Permiano. Noi non abbiamo alcun dubbio, che queste due puddinghe sono una sola e medesima cosa; rappresentano su tutta l'area d'Europa una serie di fenomeni identici, avvenuti al chiudersi dell'epoca Permiana. Superiormente succede una arenaria, a grana fina, più o meno scistosa, che consta degli identici elementi della puddinga sottoposta, e che segna dovunque il passaggio alla dolomia e ai calcari, o agli scisti schiettamente triasici. Vedremo fra poco, come fra il Verrucano, e lo Scisto di Casanna s'interpongano in più luoghi giganteschi espandimenti di porfido, che per tutta la zona paleozoica mantengono rigorosamente il medesimo livello stratigrafico.

Seguendo il nostro cammino verso occidente, lungo le creste delle Alpi Noriche, passato il nucleo cristallino dell'Ankogel, entriamo nell'altro delle Tauern, che consta della identica roccia. Comprende il Pizzo dei tre Signori, che segna il punto a cui confluiscono le Alpi Noriche, le Alpi Carniche e le Alpi Retiche: all'Ovest è separato dall'altro nucleo cristallino dell'Oetzthal, da una depressione, la quale continua, non solo orograficamente, ma anche geologicamente, la gran valle del Tirolo meridionale; poichè in essa giaciono, fra Innspruck e Sterzins, al Sud del Brennero, dei lembi di terreni secondarî. Un fatto importante, e che prova l'esistenza di una vicina sponda in questa medesima depressione anche nelle epoche più remote, è la presenza allo Steinacherjoch di un giacimento scistoso a flora carbonifera.

Ritorniamo ora a Sud alle Alpi Carniche. I calcari carboniferi, che abbiamo veduti interporsi nella valle del Gail fra gli scisti di Casanna e le formazioni triasiche dell'alto Friuli hanno fine all'Est del colle di Toblach.

Da questo punto in avanti, il confine meridionale della formazione scistosa è segnato dalla Zona del Verrucano, e più avanti ancora dai porfidi. Questa linea di confine passa per Schmiden, S. Vigilio, taglia l'Eisack al Sud di Klausen, passando per la valle di Groden, indi si dirige verso Merano, donde, attraversando l'Adige, volge improvvisamente a Sud, costeggiando la zona dei terreni secondarî del Tirolo meridionale. Al Nord, essa è delimitata da un complesso di rocce gneissiche che si uniscono a quelle del gruppo delle Tauern, e fra le due roccie corre una serie di nuclei isolati di granito, che però già si vedono allineati, su di un'unica spaccatura, fatto che meglio potremo chiarire, quando avremo osservato tutti gli altri nuclei di granito che si sono iniettati nelle formazioni Alpine. Sono i graniti di Rothwand al Nord di Toblach, quelli della valle dell'Ahren, la lunga striscia che corre da Brunnecken al Nord di Brixen e il granito di Merano squarciato dall'Adige, che viene a immediato contatto coi porfidi quarziferi. — La striscia di Verrucano dal colle di Toblach si dirige a O. S. O. fino al Sud di Klausen, indi piega a mezzodì fino a Cavalese, donde risale per la valle di Fassa per ridiscendere con direzione N. S. sopra Primero, e volgersi quindi ad Oriente fino ad Agordo, intorno a cui gira, e corre verso S. O. attraversando la Brenta, e seguendo la sponda destra della Val Sugana, fino a Caldonasso. Risale a Nord, passando all'Est di Trento: presso Neu-

marckt attraversa l'Adige; continua a salire a Nord fin presso S. Pancrazio, e quindi insieme a tutto il complesso degli scisti si dirige a Sud, lungo la zona secondaria Tirolese. In questa regione grandiosa, il cui perimetro è disegnato dalla striscia del Verrucano, posa l'enorme giacimento dei porfidi quarziferi del Tirolo Meridionale. Ma non è tutta coperta da essi, poichè nella sua parte meridionale, da Pergine ad Agordo, ricompare un ammasso di scisti di Casanna, esilissimo all'estremità Orientale, ma più vasto nella sua parte centrale, nel quale è aperta quasi tutta la Val Sugana. E in questo medesimo scisto, per il tratto che corre da Borgo al Canale di S. Bovo, sorge e giganteggia il gruppo enorme di granito della Cima d'Asta. Ora osserviamo i rapporti stratigrafici di queste formazioni studiandoli nello spaccato disegnato dal Suess (fig. 1). In Val Sugana, e precisamente allo sbocco del torrente Maso, che discende dal Nord, vedesi una serie assai interessante, che comincia da un lembo di terreni terziarî per giungere fino al granito, passando per la creta, il giura e lo scisto di Casanna. Ma notisi che tutto il complesso della formazione è rovesciato inclinando a Nord, così che il granito sovrasta allo scisto, e questo ai terreni secondarî e terziarî. Passata la Cima d'Asta, i rapporti ritornano normali. Abbiamo cioè la formazione scistosa che, posando sulle roccie cristalline, sostiene il grande ammasso di porfidi quarziferi del M. Lagorei. Quindi, attraversando la valle di Fleims, si vede una striscia di arenarie porfidiche, giacere regolarmente su quell'ammasso, formando la base del gruppo dolomitico del Weisshorn e del Latemar, il quale si protende sul porfido a guisa di promontorio. Infatti, al passo di Caressa, ricompare ancora quest'ultima roccia, ma per breve tratto, perchè va a celarsi di nuovo sotto all'arenaria ed alla dolomia, che formano lo Schlern, al Nord del quale si appalesa per l'ultima volta sulla punta di Raschotz. — Gli succede quindi il grande ammasso di scisti micaceo-argillosi di Klausen, i quali riposano sul granito di Brixen. Succede a questi uno scisto argilloso, ed un calcare con micascisti, e infine il gneiss, che discende dal nucleo delle Tauern. Questo grandioso spaccato è estremamente istruttivo. Vi vediamo indubbiamente manifesta l'interstratificazione del porfido fra lo scisto di Casanna, e le formazioni triasiche, e quindi ne rimane precisata l'età: ma di più il granito stesso qui si palesa come una massa affatto passiva, inerte, che ha subíto, non prodotto il sollevamento. Trascurando le curve secondarie abbiamo dalla Cima d'Asta all'Eisack una gigantesca sinclinale di granito, che sostiene scisti, porfidi, e rocce triasiche. Al Sud la parete della sinclinale si è rovesciata, venendo a sovrastare ai terreni nummulitici, prova irrefutabile che il sollevamento in questo caso fu posteriore all'epoca eocenica; al Nord invece affiorano, sotto alla sinclinale, delle formazioni scistose e gneissiche, che devono essere più antiche del granito, il quale si espanse largamente sovra di esse. Lo scisto di Casanna, rappresentando in parte il Permiano, in parte il carbonifero superiore, e i micascisti e il gneiss i membri più antichi dei terreni paleozoici, l'età del granito dovrebbe necessariamente cadere nel Carbonifero inferiore.

Fig. 1.

Ma più che queste determinazioni, troppo vaghe ed incerte, è di somma importanza questo spaccato, per le prove che ci fornisce della nullità dell'azione sollevatrice delle rocce cristalline, siano graniti, siano porfidi. Questo concetto, ora quasi generalmente ammesso, ha portato una completa rivoluzione nella stratigrafia Alpina. Anticamente gli osservatori cercavano i centri di sollevamento nei nuclei cristallini, frazionavano tutta quanta la catena delle Alpi in tanti crateri, intorno a cui disponevano forzatamente e facevano convergere le formazioni sedimentari. Ma ora questa costruzione è crollata. I sollevamenti, che hanno corrugata la superficie della terra, hanno una causa ben più profonda, più generale e più proporzionata agli effetti ottenuti, di quella che sia la presenza di questi gruppi di rocce eruttive, che, per quanto potenti, sono un nulla, paragonate colle masse enormi, colle catene intere, anzi coi continenti che avrebbero dovuto sollevare. È nei rapporti e nelle vicendevoli reazioni fra la crosta che involge all'esterno il globo e la massa interna portata, ad altissima temperatura, che giace la causa vera ed unica, che solleva, che abbassa, che squarcia, che rovescia; e nei crepacci si insinuano le lave, e lave sono anch'essi i porfidi e i graniti, e si injettano come dicchi nei terreni che attraversano e si espandono sovra di essi in gigantesche correnti. E queste sono a loro volta ricoperte da terreni di sedimento, che vanno deponendosi in più giovani mari, e tutto il complesso di quelle rocce è poi sollevato, sottostando alle medesime vicende, provando le medesime influenze, i medesimi impulsi, non differendo le une dalle altre che nella somma della resistenza, che ponno opporre a quei movimenti, per la loro speciale tessitura e tenacità.

Ritornando ora alla catena delle Alpi Centrali troviamo all'Ovest delle Tauern, e separato da queste dalla depressione che già abbiamo descritta, il nucleo dell'Oetzthal, in cui sono le alte cime del Similaun (3604^{m}) e del Vildkugel (3773^{m}). — Questo nucleo, che consta di gneiss e micascisti è limitato a Sud dalla valle dell'Adige, e all'Ovest da quei grandi gruppi di calcari triasici e giuresi che partendo dall'Engadina si spingono con un braccio a N-E lungo il corso dell'Inn, fin presso a Landeck, e con un altro braccio a S-E nella valle di Fraele, allo Stelvio, all'Ortles (3905) al M. Cristallo, al M. Zebrù frapponendosi fra i tre nuclei cristallini dell'Oetzthal all'Est, di Selvretta all'Ovest, della Bernina a Sud. — Quest'ultimo, che costituisce il nodo gigantesco delle Alpi Retiche lo consideriamo composto di tutto quel gruppo di montagne che ha per confini a Mezzodì e ad Oriente il corso dell'Adda, a Nord primieramente i calcari testè citati, indi la zona di scisti d'Oberhalbstein, ad Ovest questi medesimi scisti che scendono dallo Spluga nella valle di San Giacomo.

Le rocce granitiche vi assumono una grandissima importanza, e si dividono in diversi nuclei. Primieramente quello del Piz Err, il quale è indubbiamente collegato col gruppo vicino del Pizzo d'Ott e dell'Julier; ma essendo da ogni lato circondato da lembi di rocce sedimentari, può considerarsi come un gruppo isolato. La sua roccia fondamentale è il granito dell'Julier, cioè un granito che assume fra i suoi elementi un feldspato verde, probabilmente oligoclase. Il quarzo è vitreo, la mica magnesiaca e bruna: generalmente ha una tessitura grossolana, ma talvolta si fa più fino, e diventa nel medesimo tempo più verde, diminuendo gli elementi quarzosi e micacei.

Questo gruppo granitico, componendosi, come abbiamo detto, del granito dell'Julier e del Pizzo d'Ott, formerebbe nel suo complesso un gran triangolo, che avrebbe per lati, la valle dell'Engadina a S. E., il passo d'Albula al Nord, e la zona scistosa d'Oberhalbstein all' Ovest. È evidente, che questa massa granitica, la quale forse formava un'isola nel mare paleozoico, da cui scendevano quei grossolani detriti che ora compongono il conglomerato del Verrucano a grossi frammenti cristallini, che vi è sviluppatissimo in molte parti, si abbassò e fu coperta dal mare fino dopo l'epoca liasica. Indi cominciò il sollevamento, e questo, così grandioso che ne venne lo squarciamento del mantello sedimentare, e i lembi superstiti furono così sconvolti, contorti e rovesciati, da essere quasi impossibile il formarsi un concetto esatto della stratigrafia di quel gruppo. Ma ciò che havvi di più

osservabile è la gran zona scistosa d'Oberhalbstein. — Theobald nella descrizione delle Alpi Retiche asserisce che alla base di questa zona havvi uno scisto che oscilla fra lo scisto argilloso, lo scisto talcoso, e il gneiss, ed egli lo considera come un equivalente dello scisto di Casanna. Su di esso riposano degli scisti verdastri cloritici; succedono dei calcari triasici, indi una gran massa di scisti, grigi, calcari, argillosi e arenacei i quali evidentemente si collegano agli scisti della Via Mala e di Coira, e in alcuni punti de'loro piani più alti contengono belemniti. Quantunque nella sua carta geologica, il Theobald abbia compreso tutti questi scisti sotto il nome solo di scisti dei Grigioni, pure parrebbe inclinato a dividere gli scisti verdi che vengono spesso a contatto collo scisto di Casanna, da questi altri scisti calcari e grigi; ma se si riflette ai disturbi stratigrafici che rendono ardua ogni esatta apprezziazione, al fatto che sulla sinistra della valle d'Oberhalbstein vengono fra loro a immediato contatto, e si confondono, alla presenza di potenti injezione di serpentina e sopratutto alla analogia fra questa formazione e quella del M. Rosa, che più tardi descriveremo, siamo condotti a credere che qui abbiamo la continuazione della zona secondaria della Val del Rodano, Val Bedretto e Lukmanier, la quale appunto per la ricomparsa della serpentina assume un aspetto che ritroveremo nella medesima formazione dei dintorni del M. Rosa.

Con questo gruppo granitico che si erge al confine settentrionale della zona paleozoica va congiunto anche il gruppo della Bernina che consta di un granito porfiroide, e di rocce amfiboliche, e vere sieniti, che si compenetrano, si injettano, e si confondono le une colle altre. I confini di questo nucleo granitico sarebbero al Nord, la valle dell'Engadina presso S. Maurizio, co' suoi scisti di Casanna, e colle formazioni più recenti, verrucano e calcari triasici che scendono dal Piz Ott, la striscia di calcari che da S. Maurizio si dirige a Pontresina; all'Est i medesimi calcari di Pontresina, gli scisti di Casanna, i calcari del Piz Alv, e i micascisti della sponda destra della valle di Poschiavo; all'Ovest una zona di scisti verdi e calcari, che partendo dalla regione d' Oberhalbstein attraversa l'Engadina al lago di Sils; finalmente al Sud gli scisti di Malenco.

Un altro nucleo granitico assai vasto è quello dei monti d'Albigna e della Disgrazia che dal lago di Mezzoldo s' avanza verso Est, seguendo la sponda destra dell'Adda: ha per confini al Nord-Ovest i gneiss, i micasciti, e gli scisti di Casanna della Val Bregaglia, all'Est una gran zona di scisti di Casanna che risale il corso dell' Ardlegna, e va ad unirni e confondersi cogli scisti amfibolici della Val Malenco, e coi micasciti della Valtellina, i quali poi ne segnano il confine meridionale. Quel nucleo granitico consta di due varietà di graniti, il granito a grossissimi cristalli di Ortoclase, e il granito a grana fina, i quali si injettano siffattamente l'uno nell' altro, che non si può stabilire nessun criterio di età relativa. Gli scisti di Malenco, oscillano nell' aspetto fra i veri scisti amfibolici, e i micascisti, e passano insensibilmente nell' uno e nell' altro; essi sono la sede di grandi giacimenti di serpentina, la quale si distingue per la sua struttura a piccoli cristalli, ma più ancora per la sua considerevole durezza, dalla serpentina della zona d'Oberhalbstein. Per cui non v' ha dubbio che queste rocce serpentine-amfiboliche appartengono alla gran zona dioritica che vedremo sì potente presso Biella e Varallo, mentre la serpentina d' Oberhalbstein deve essere annoverata fra le rocce triasiche come quella del Rosa. La struttura a ventaglio è assai frequente in questi ammassi cristallini.

Le rocce granitiche costituiscono due altri piccoli gruppi; il gruppo di Val Fontana, e quello di Brusio nella bassa valle di Poschiavo. Il granito di Fontana è una vera Sienite e vi si avvicina anche quello di Brusio sebbene vi sia assai più scarso l'amfibolo. Finalmente l'ultimo gruppo granitico è quello della Serra al sud di Bormio tagliato dalla valle dell'Adda. Anche qui il granito alterna e passa nella sienite, e vi si veggono inoltre dicchi ed interstrati di dioriti e di gabbro.

Tutti i gruppi di granito sono involti dagli scisti, che generalmente passano verso la base in un gneiss, e verso l'alto diventano talcosi, micacei, cloritici, assumono infine una sconfinata varietà di forme, ma al limite coi terreni triasici pre-

sentano il noto aspetto dello scisto di Casanna. Quest' ultima roccia si rivela con tutti i suoi caratteri, e con grande potenza lungo l'ammasso settentrionale di calcari dal passo d'Albula al M. Zebrù, e in questa classica località, secondo è descritta da Theobald, ha superiormente l'aspetto di una roccia bruno-giallastra, argillosa e talcosa; inferiormente si avvicina al vero micascisto, si fa più nera, contiene nodi o vene di quarzo, e sulla superficie di clivaggio, straterelli di antracite e di grafite. Più si scende, e più la roccia si fa cristallina, e si trasforma nel gneiss. Come già abbiam detto altrove, il Theobald nella impossibilità di segnare una linea precisa di confine fra queste varietà di rocce, allarga di troppo il significato del nome, scisto

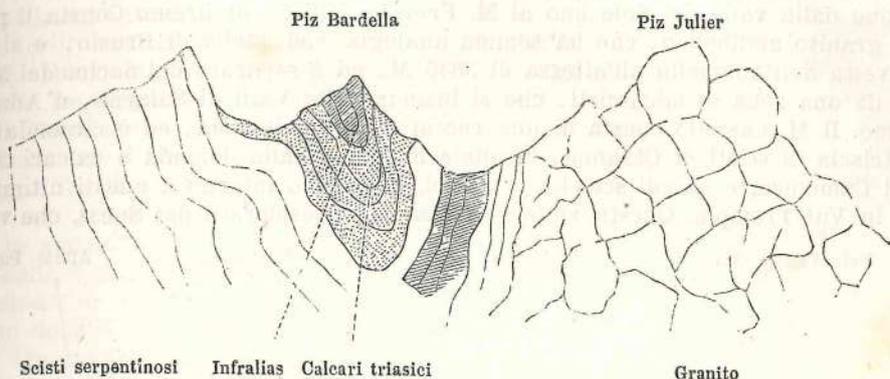



Fig 2.

di Casanna; e vi comprende anche tutti i micascisti che accompagnano su ambo le sponde il corso dell'Adda. Noi crediamo che quel nome debba limitarsi a quella porzione di scisti che soggiacciono immediatamente o al verrucano o al porfido, o dove questi mancano, immediatamente ai terreni triasici. Nel mezzo di queste rocce sono interstratificati dei brani di calcari e di marmi che probabilmente appartengono alla medesima età di quelli che troveremo più ad Occidente; ma nella parte settentrionale del gruppo della Bernina si insinuano nei terreni cristallini e metamorfici delle zone di terreni secondari, triasici e liasici, come quelli che vedemmo staccarsi da S. Maurizio nell'Engadina, dirigersi verso Pontresina, girare intorno al gra-

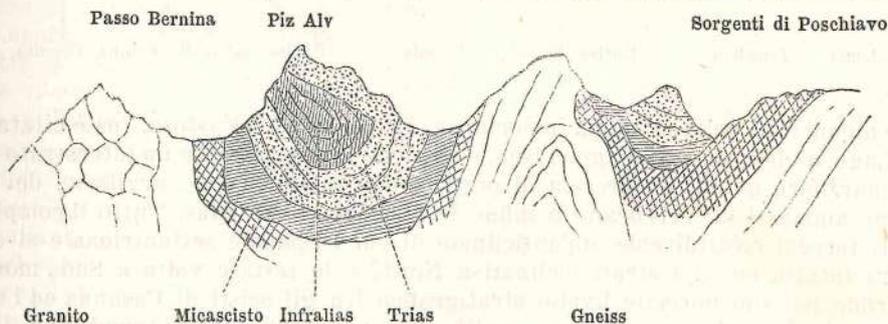



Fig. 3.

nito della Bernina, al gneiss del Pizz Langar, e degli altri vicini colossi: prova evidente che il sollevamento in quelle regioni fu almeno in parte posteriore all'epoca secondaria, avendovi partecipato i sedimenti deposti appunto in quell'epoca. — E la loro presenza ci è preziosa, se vogliamo formarci una idea della potenza, e della direzione della forza sollevatrice. Noi li vediamo rovesciati, contorti, spezzati a brani e portati a grandi altezze, e quasi sempre schiacciati, compressi in modo di indicare all'evidenza che la spinta che fu da essi subita agiva orizzontalmente, assai più che dal basso all'alto. Se vogliamo spiegarci l'esistenza delle bizzarre costruzioni stratigrafiche di queste montagne, e qui riportiamo ad esempio, i tre spaccati del Piz Bardella (fig. 2),

del Piz Alv (fig. 3) e del Piz Langar (fig. 4); dobbiamo imaginare una massa di terreni costretta a pigiarsi in uno spazio troppo angusto per contenerla, e che quindi, si gonfia, si solleva, si rompe, si schiaccia in mille guise.

All'Ovest del gruppo calcare dell'Ortles, la zona degli scisti cristallini delle Alpi Centrali, discende direttamente a Sud, costeggiando, come già dicemmo, le rocce secondarie del Tirolo, colmando tutta laregio ne dell'Alta Val Camonica. Ma nel suo mezzo sorgono diversi ammassi di roccie granitiche; il più settentrionale nella Val Martello che sbocca nell'Alto Adige; due altri più a Sud nella Val del monte, e nella Valle di Rabbi; finalmente i due nuclei colossali dell'Adamello e del M. Castello, che scendono dalla valle del Sole fino al M. Frerone, all'Est di Breno. Consta il primo, di un granito amfibolico, che ha somma analogia con quello di Brusio, e si erge sulla vetta dell'Adamello all'altezza di 3345 M., ed è separato dal nucleo del M. Castello da una zona di micascisti, che si insinua nelle Valli di Salarno, d'Adame e di Fumo. Il M. Castello consta di una roccia meno amfibolica, ed è circondato da una striscia di scisti di Casanna, la quale lo divide dalla dolomia e calcari triasici di Val Camonica, e quindi scendendo a Sud, e girando intorno a questi ultimi, penetra in Val Trompia. Questa valle fu ultimamente esplorata dal Suess, che vi rac-

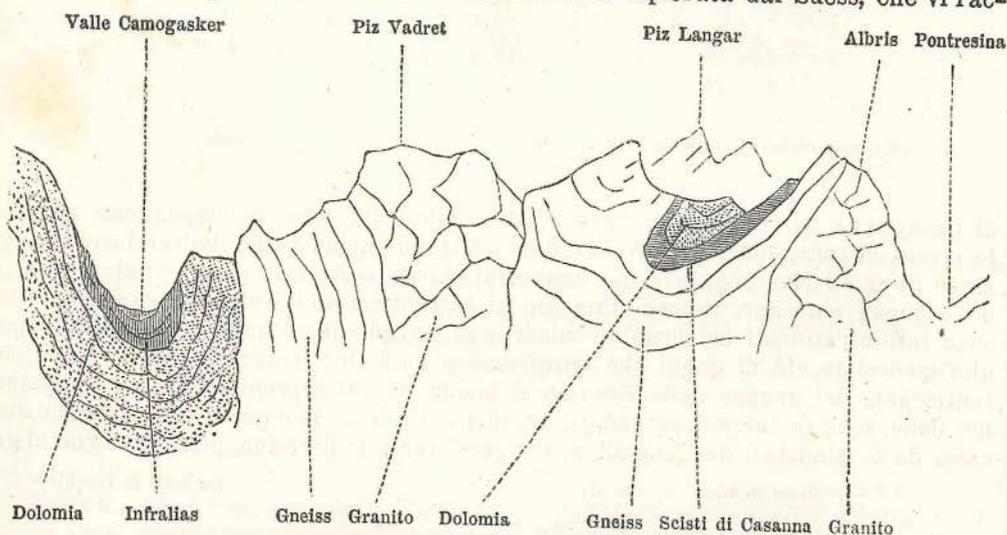



Fig. 4.

colse alcuni fatti della massima importanza (fig. 5). La zona scistosa, testè citata, corre dal Lago d'Idro verso il Lago d'Iseo, e sostiene primieramente un interstrato di porfidi quarziferi, quindi un breccia di porfido, uno scisto grigio, argilloso, dei potentissimi ammassi di Verrucano e infine le formazioni del trias. Tutto il complesso di questi terreni costituirebbe un'anticlinale di cui la parete settentrionale si osserva ancora intatta co' suoi strati inclinati a Nord, e le testate volte a Sud, mostrando il porfido nel suo normale livello stratigrafico fra gli scisti di Casanna ed i conglomerati. Ma la parete meridionale crollò, e i suoi frammenti ingombrano il suolo della valle producendo le apparenze le più ingannatrici circa i vicendevoli rapporti stratigrafici delle rocce. Ma ascendendo i monti che costituiscono la sponda settentrionale si osserva una disposizione regolarissima, e si giunge dapprima sovra una potente formazione di scisto micaceo-argilloso, il quale, nella sua parte superiore contiene uno strato di gneiss, indi sovra l'espandimento del porfido quarzifero, il quale per la sua minore erodibilità, risalta in mezzo alle rocce decomposte e forma una muraglia che si erge verticalmente sovra lo scisto. Posa sul porfido una breccia, coperta a sua volta da un ammasso di scisti grigi argillosi, della potenza di circa 60 metri, a cui succede nuovamente la breccia, e finalmente il Verrucano co' suoi soliti caratteri, e con grande potenza, raggiungendo in questa valle lo spessore di 360 metri. Ma un fatto capitale per la stratigrafia, è la scoperta che in quell'am-

masso scistoso il quale si interpone fra il verrucano ed i porfidi è sepolta una flora assolutamente Permiana. Le specie determinate da Geinitz sono le seguenti: *Walchia piniformis* Schl. *Walchia filiciformis* Schl. *Schizopteris fasciculata* Gutt. *Noeggerathia expansa.* Brong. *Sphenopteris oxidata* e due nuove specie di *Sphenopteris.* Questa flora così decisamente permiana toglie ogni dubbio circa la determinazione di questi terreni, e conferma i dati raccolti nelle Alpi Orientali. Il porfido quarzifero costituisce un eccellente orizzonte, ed è indubbiamente Permiano; gli scisti di Casanna rappresentano forse ancora in parte il Permiano, e nella loro gran massa il Carbonifero; il Verrucano poi segna il passaggio fra il paleozoico ed il trias.

Prima di procedere oltre notiamo come la posizione di questo gruppo scistoso della Val Trompia sia l'esatta riproduzione di quella dell'altro gruppo scistoso della Val Sugana. Sono due ammassi apparentemente isolati di formazioni paleozoiche che ricompaiono a Sud; ma parallelamente alla zona centrale, e nel mezzo dei terreni secondari. Di più il nucleo granitico dall'Adamello corrisponde al nucleo della cima d'Asta, mentre i piccoli nuclei che abbiamo segnati più a Nord si collegano evidentemente da una parte col granito di Merano, e con quello di Brixen, dall'altra con quello della Serra, di Brusio, dei Monti della Disgrazia, tutti disposti lungo una linea che corre da Sud-Ovest a Nord-Est e segna la spaccatura donde sono sgorgati.

Tutta quella parte dell'alta Lombardia, che si estende dalla Valle Camonica al lago di Como è attraversata dall'Est all'Ovest da due catene di montagne che corrono parallele l'una all'altra. La catena meridionale consta esclusivamente di dolomia triasica, comprende le alte vette dei monti Mignone, Presolana, Foppa, Arera, Venturosa, e forma col gruppo delle due Grigne e del Resegone il baluardo orientale del lago di Lecco. La catena settentrionale che costituisce il lato sinistro della Valtellina comincia a Nord al M. Gavia al cui piede scaturiscono le acque dell'Olio, discende a Sud-Ovest formando i Monti Serottini, Serotti, Mortirolo e Padrio al Sud di Tirano, indi si dirige a Sud fino al Monte Venerocolo, per poi correre rigorosamente parallela alla catena meridionale ergendosi a grandi altezze nel Pizzo del Diavolo, Pizzo-Cocca, Corno Stella, Monte Lemma, M. Azzarini, Pizzo dei tre Si-

Verrucano — Breccia e scisti — Porfido — Scisto micaceo-argilloso

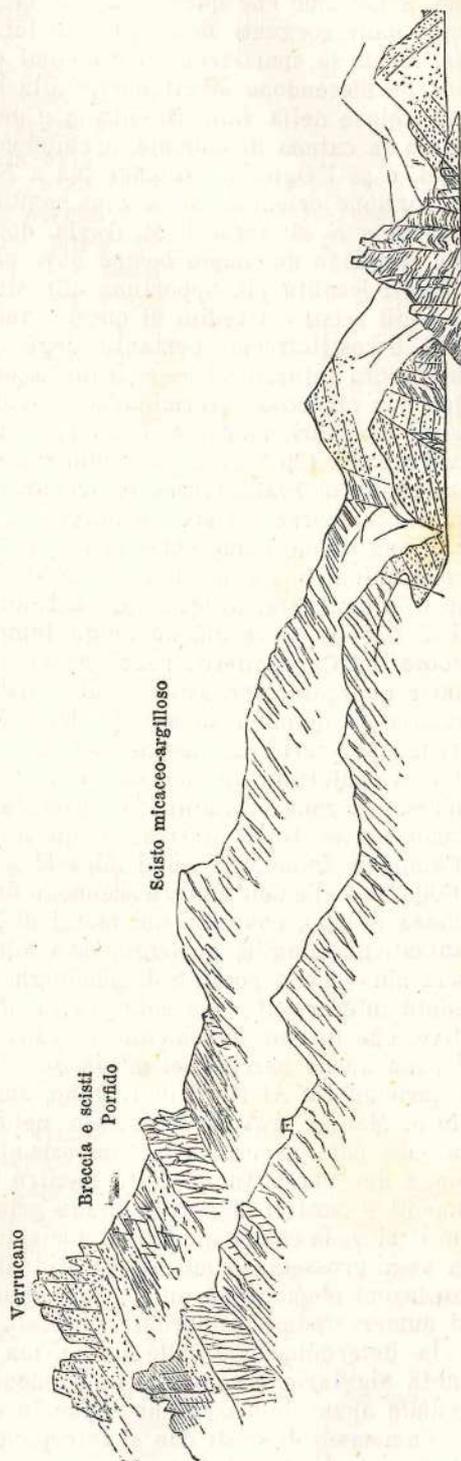



Fig. 5. — Spaccato di Val Trompia.

gnori, dove si biforca in due rami, il primo dei quali comprende il Cimone di Margno, e il M. Muggio al Nord di Bellano, il secondo il Pizzo Stavallo, e il M. Legnone. E notiamo che questa catena di scisti paleozoici per tutto il tratto che si estende dalle sorgenti dell' Oglio al lago di Como non è intagliata da valli profonde, forma lo spartiacque per i fiumi che metton foce in Valtellina all'Adda, e quelli che discendono direttamente alla bassa Lombardia e al Po, per il che, le due grandi chiuse della valle Brembana e della valle Seriana che hanno profondamente spaccata la catena di dolomia, si chiudono sul versante meridionale della catena cristallina, e se l' Oglio si protende più a Nord, ciò avviene in causa della obliquità della porzione orientale della zona montuosa, la quale, come vedemmo, dal M. Padrio si innalza a N. E. verso il M. Gavia, donde ridiscende a Sud al Tonale e all'Adamello, cingendo un ampio bacino dove si raccolgono le acque di quel fiume. Certo non havvi località più opportuna allo studio dei terreni, che si interpongono fra il trias e gli scisti cristallini di queste valli che tagliano normalmente le zone dei terreni, e costituiscono pertanto degli spaccati naturali; per mala sorte non abbiamo sinora intorno ad esse alcun lavoro completo e dettagliato, su cui si possa basare una rigorosa determinazione stratigrafica; solo sappiamo che dopo la serie triasica di calcari, marne e dolomie, si allarga potentissima la zona delle puddinghe del verrucano. Chi scrive, ha veduto, ascendendo nell'alta Valle-Brembana, il corso del torrente di Piazzatorre, le arenarie e i conglomerati ad elementi porfirici e quarzosi, comporre intiere montagne in quel contrafforte, il quale spiccandosi dal M. Lemona divide i due corsi di acque, che riunendosi a Piazza formano il Brembo. Succede quindi una zona di rocce scistose, micacee e talcose, nei piani più alti; ma verso il basso, nere, ardesiache, carboniose, sviluppatissime quest'ultime nei dintorni di Carona, dove già da lungo tempo furono osservate e riconosciute, come orizzonte del Carbonifero: pare che vi succeda una zona potente di puddinghe ed arenarie quarzose, verdastre, affatto distinte nell'aspetto dalle note puddinghe del Verrucano, e quindi i micascisti della Valtellina. Tutta questa serie, sembra si mantenga per tutta la catena, costante e regolare; solo alla estremità occidentale vi si trova injettata un ammasso di Sienite, che forma in parte il Cimone di Margno. Anch'essa, la zona cristallina, è spaccata dalla grande chiusa in cui giace il lago di Como, ma continua all'Ovest di questo nel Costone di Bedolina, nel Pizzo Menone, nel Camoghè. Quindi gli scisti micacei si allargano assai anche a Sud; colmano la Val Colla, la Valle dell'Agno, e scendono fino a Lugano. La zona dolomitica, attraversa anch'essa il lago, continua nei monti di Menaggio, circonda l' infraliasica Val Solda di fantastiche aguglie, appoggiandosi alla zona di micascisti con l' intermezzo di una striscia più o meno potente di puddinghe porfiriche. I dintorni di Lugano sono estremamente interessanti, non solo per la presenza di quei grandiosi ammassi di rocce eruttive, che furono argomento di tanti studi, e su cui si basarono così fallaci teorie, ma anche perchè nei micascisti di quella regione giacciono gli avanzi di una flora carbonifera. Al Nord di Lugano, sulla sponda destra dell'Agno presso il villaggio di Manno, trovasi intercluso nelle formazioni scistose uno strato di puddinga, che, per l'aspetto e la composizione litologica, non si può confondere colla puddinga del Verrucano. Infatti, mentre quest'ultima consta quasi intieramente di frammenti e ciottoli di porfido, nella prima questa roccia vi è assolutamente esclusa e non vi si vede che il quarzo, il gneiss, il micascisto, il granito. In questa puddinga assai grossolana sono interstratificate delle esili zone, di un'arenaria, che consta dei medesimi elementi in più piccole dimensioni, e sulla superficie degli strati scorgonsi numerosissime le impronte vegetali. Non è forse possibile, o almeno difficilissima la determinazione delle specie, ma i generi vi sono riconoscibili a prima vista Calamiti, Sigillarie, Stigmarie, Lepidodendri, infine una flora sul cui carattere non è possibile alcun dubbio, e che segna in questa regione l'orizzonte del Carbonifero. Tutto l'ammasso di scisti che si interpone fra la puddinga di Manno, e la puddinga del S. Salvatore al Sud di Lugano, rappresenterà dunque ancora in parte il Carbonifero, ed in parte il Permiano; sarà l'equivalente degli scisti di Casanna, e la continuazione di quella zona carbonifera, che segnammo nelle alte valli bresciane e

bergamasche, e che quindi scendendo fino in Val Trompia, per poi risalire lungo la zona secondaria del Tirolo, e girare intorno al nucleo dei porfidi quarziferi, va a raggiungere i terreni carboniferi delle Alpi Venete e Friulane.

Al Sud di Lugano, si innalza la dolomitica montagna del S. Salvatore (fig. 6), che riposa in una sinclinale degli scisti, i quali ricompaiono infatti a Sud nella punta della penisola di Morcote (1). Da un lato, fra la dolomia e lo scisto, si frappone uno strato di mediocre potenza di puddinga; dall'altra la dolomia riposa sul porfido che costituisce quasi tutta la penisola, e che ha attraversato con numerosi dicchi il micascisto, per espandersi sulla sua superficie. Questo porfido è una roccia quarzifera ed euritica, varia assai di tessitura, di compattezza, e di colore, ma sempre eguale a sè stesso per la povertà degli elementi basici, per cui caddero in errore quegli osservatori che vollero vedervi un porfido pirossenico, guidati a questa determinazione principalmente dalle idee preconcette intorno al metamorfismo, in forza alle quali la dolomia che giganteggia in queste regioni, dovea essere prodotta dall'influenza di emanazioni basiche sovra calcari preesistenti. — Il porfido continua, anzi aumenta di potenza sulla sponda occidentale del lago, dove forma al M. Piambello, e ricompare più a Nord nel M. La Nave, e M. Mezzano, portando in questa sinclinale alcune formazioni secondarie, dolomitiche e calcari, che sono la continuazione del nucleo dolomitico del San Salvatore. Lo studio di questa regione porfidica è estremamente istruttivo. I rapporti fra le rocce eruttive e le sedimentari vi appaiono chiarissimi, ed è evidente che i porfidi si depositarono sullo scisto cristallino; sul porfido, le arenarie e i conglomerati, e sovra questi infine le rocce secondarie; e tutto il complesso delle formazioni fu poi lentamente sollevato in modo che le spaccature che si produssero le intaccarono tutte, e riescirono normali alla direzione delle zone, non convergendo verso l'ammasso porfirico, come pur dovrebbe accadere se il sollevamento fosse stato prodotto da una forza che avesse il suo centro nell'ammasso stesso. È interessantissimo è pure lo studio delle arenarie e dei conglomerati che ricoprono queste rocce eruttive. In alcune località, come al S. Salvatore di Lugano, abbiamo la vera puddinga del Verrucano, a grossi ciottoli di porfido rotolato, evidentemente divelti dai vicini ammassi; in altre località si scorge chiaramente il passaggio dal conglomerato grossolano, alle arenarie ad elementi sempre più fini, che indicano uno sprofondamento maggiore del mare in cui si deponevano, e un crescente allontanarsi delle spiagge; in altre località ancora l'arenaria non è che un impasto di minuti cristallini, e più che una formazione prettamente ed esclusivamente sedimentare, ci ricorda gli ammassi di cenere e di lapilli vomitati dai vulcani, e rimestati dalle acque dei mari in cui vengono a cadere.

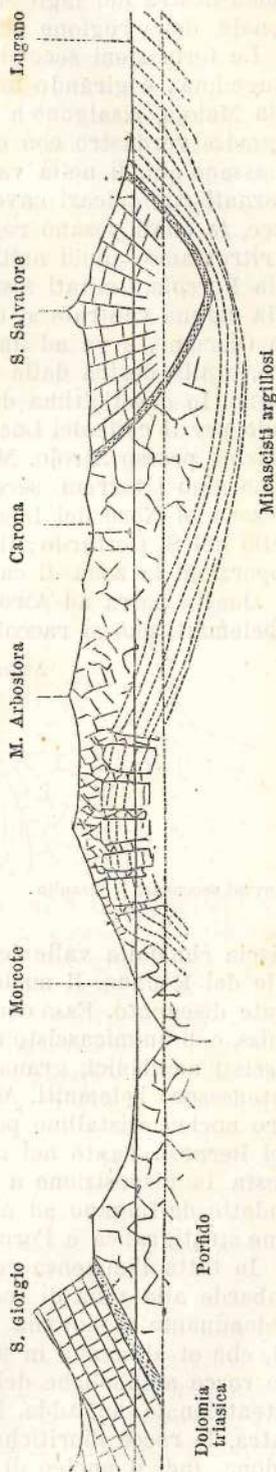



Fig. 6.

Gli scisti ricompajono più volte sotto ai porfidi lungo le sponde del lago e for-

(1) Negri e Spreafico. *Sulla costituzione geologico dei dintorni di Varese e Lugano.*

mano la base del M. La Nave, su cui giacciano in posizione quasi orizzontale porfidi, arenarie e dolomie, e toccano a Luino il lago Maggiore. Prima di seguirli sulla sponda destra del lago Maggiore, osserviamo l'andamento lungo il confine settentrionale, della regione ora esplorata.

Le formazioni secondarie, scisti talcosi, e calcari, che vedemmo penetrare nell'Engadina, e girando intorno al granito della Julier, scendere fin quasi al passo della Maloja, risalgono a Nord, e abbracciano il Pizzo di Sureta (M. 3025) composto di gneiss verdastro con quarzo granulare che passa talvolta al gneiss porfiroide. Si abbassano quindi nella valle del Liro fin sotto Isola, constando di calcari cristallini alternati con calcari cavernosi e steascisti. Il colle dello Spluga è aperto in queste rocce, le quali posano regolarmente sovra i terreni cristallini e inclinano a Nord. Li ritroviamo quindi nella Valle di Misocco, dove scendono fino all'altezza del passo della Forcola, limitati a sinistra dal contrafforte di gneiss e di scisti che spiccandosi dalla catena centrale si dirige a Sud, separando la valle di Misocco, dalla Valle di San Giacomo, e va ad unirsi alle cime di Pizzo Menone, del Camoghè, del M. Cenere, e alla destra dalle montagne cristalline della Val Calanca e della Valle di Blegno. In quest'ultima discendono fin sotto Olivone, poi si dirigono ad Ovest passando per il colle del Lucomagno, formato da calcari dolomitici cavernosi, e toccano il Ticino presso Airolo. Ma qui notiamo che mentre al Nord dello Spluga e del San Bernardino i terreni secondari si estendono senza interruzione fino alla pianura Svizzera, al Nord del Lucomagno si insinua un altro nucleo cristallino assai potente, quello del S. Gottardo, il quale dirigendosi a S-O viene a ridurre alle più esili proporzioni la zona di calcari e scisti.

Questa entra ad Airolo nella Val Bedretto, passa per Nufenen, nota località per le belemniti che si raccolgono negli scisti, e si unisce presso Brieg con un' altra

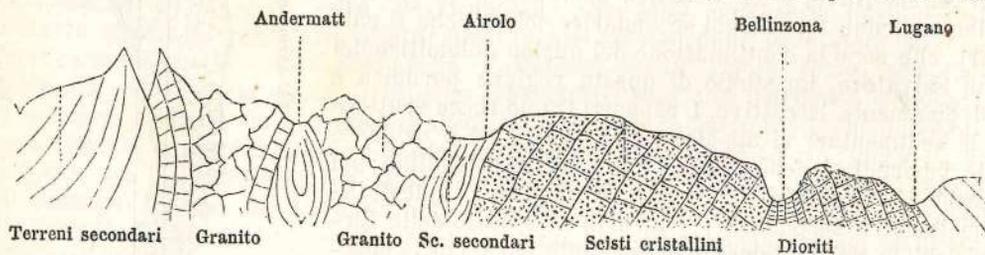



Fig. 7.

striscia che dalla valle della Reuss passando per il colle della Furka, scende nell'alta valle del Rodano. Il nucleo del Gottardo ha per tal modo un perimetro rigorosamente disegnato. Esso consta di un granito a grossi cristalli di feldspato, che passa al gneiss, e di un micascisto quarzifero. L'anello che lo circonda è formato in gran parte di scisti amfibolici, granatiferi, che certo si crederebbero di formazione antica se non contenessero belemniti. Al Nord della striscia d'Andermatt e della Furka, corre un altro nucleo cristallino perfettamente isolato ed è quello del Finsteraarhorn e delle Alpi Bernesi. Tanto nel nucleo del Gottardo, come in quello delle Alpi Bernesi è manifesta la disposizione a ventaglio e lo spaccato che qui riproduciamo da Desor, condotto da Lugano ad Amsteg, gitta molta luce sui rapporti esistenti fra la costruzione stratigrafica e l'orografia delle Alpi (fig. 7).

In tutta l'immensa regione di micascisti e di gneiss, che si allarga dalle Prealpi lombarde alla zona di rocce secondarie di Val Bedretto è a notarsi in mezzo alla predominante monotonia la presenza di alcuni lembi di rocce amfiboliche e di dioriti, che si allineano in una serie di ammassi isolati. Si collegano evidentemente alle rocce amfiboliche della Valle Malenco e delle grandi montagne sulla sponda settentrionale dell'Adda. Notiamo all'estremità del lago di Como, sulla sua sponda destra, le rocce dioritiche che si dirigono da Est ad Ovest, passando al Nord di Gravedona, indi il nucleo di Bellinzona, quello di Locarno, e gli altri piccoli gruppi che si interpongono fra la Valle dell'Ossola e il Lago Maggiore e finalmente la grande zona che passa al Nord-Ovest di Ornavasso, lascia a sinistra il nucleo di granito

del lago Maggiore e si dirige aumentando di potenza, ed ergendosi in altissime vette alla pianura Piemontese.

Ora riprendiamo a delineare il confine meridionale della zona paleozoica. Gli scisti Permiani e Carboniferi che abbiam veduto a Lugano toccano a Luino il lago Maggiore. Al Sud di Luino, tutta la sponda sinistra del lago è formata dai terreni del trias e del lias, ma sulla sponda destra gli scisti discendono fino ad Arona, donde muovono a S-O. Qui ricompaiono i porfidi quarziferi. Assai sviluppati presso Arona, al Sud del lago d'Orta, nella Valduggia e nelle colline di Crevacuore e di Sostegno al N-E di Biella; poggiano, come sempre, sul micascisto, e sostengono le dolomie triasiche, e i calcari liasici con fossili. Interessantissima è la montagna del San Bernardo presso Borgo Sesia, ascendendo la quale si ascende anche geologicamente dal micascisto alla base fino agli scisti ad ammoniti liasici sulla vetta, passando pei porfidi, le arenarie e le dolomie. Lo spaccato che qui aggiungo è tolto da uno studio sui dintorni del lago d'Orta da me compiuto in unione al sig. Emilio Spreafico (fig. 8). Ma se la zona scistosa è limitata verso la pianura dagli espandimenti porfirici verso la catena centrale, cioè al N-O., essa riposa sovra un ammasso di granito, il quale tocca il lago Maggiore, alla estremità del seno di Baveno, forma in parte il M. Motterone, scende al lago d'Orta che lo taglia obliquamente, si innalza nei monti della Colma, fra Varallo, e quest'ultimo lago, attraversa la Sesia al Nord di Borgosesia, e si dirige verso Biella formando le montagne di Andorno e di Mosso Santa Maria. Fra

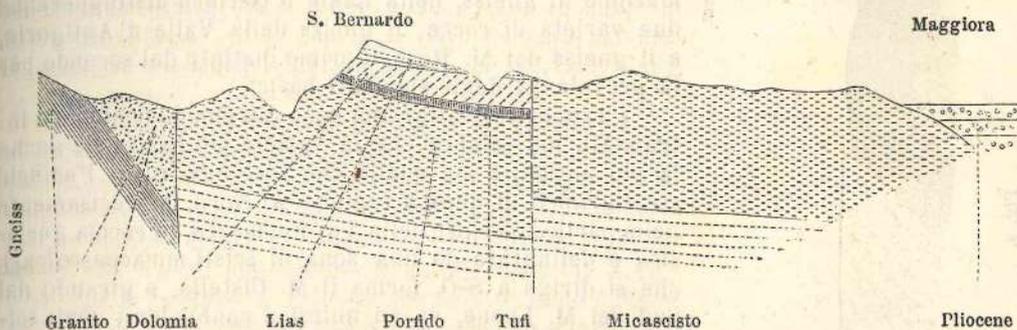



Fig. 8.

il granito e la zona di rocce dioritiche, già descritta, che corre al N-O di esso, si frappone una formazione che da alcuni è recisamente ascritta al granito, da Gerlach invece è ritenuta quale un gneiss che si distingue non solo per il suo aspetto assai cristallino, ma anche per la presenza di innumerevoli dicchi, filoni, e vene di rocce eruttive, e fra queste predominante il granito, vario d'aspetto e di tessitura. Anzi questi dicchi sono talvolta siffattamente potenti, da indurre nell'opinione che la formazione sia tutta realmente granitica, e che il gneiss non sia che una parziale modificazione della roccia eruttiva, e notisi infatti, che sulla origine eruttiva di questo gneiss, non può esservi dubbio e basterebbe ad accertarla l'aspetto che esso assume, sulla sponda occidentale del lago d'Orta dove si può dire zonato da strisce di enormi cristalli di felspato, allineati longitudinalmente, i quali nei loro contorni sono fusi, stiracchiati e congiunti l'uno all'altro nel modo il più bizzarro.

Anche questa è una eccellente località per convincersi della nullità della efficacia sollevatrice delle rocce eruttive. Non solo i graniti non disturbano l'andamento generale e la inclinazione dei terreni, e s'interstratificano anch'essi regolarmente, ma se consideriamo alcuno dei dicchi injettati nel gneiss, come per esempio quello grandioso di Quarna, di cui uniamo lo spaccato (fig. 9), vedremo che gli strati inclinano contro la roccia eruttiva, quasi questa fosse sgorgata da una spaccatura nella quale tendessero a crollare le rocce spezzate. Tutte le formazioni sottoposte al granito contengono numerosi interstrati di calcari cristallini e marmi, fra i quali celebri i marmi d'Ornavasso.

Un altro fatto rimarchevole è che nel Biellese la zona di granito viene a im-

mediato contatto col porfido, e ciò indubbiamente in forza di un salto che ha portato la seconda di queste rocce al livello della prima, e ha celato il frapposto micascisto. Contro il porfido, e dove questo manca, contro il granito, vengono ad urtare con stratificazione quasi orizzontale le marne fossilifere deposte nel mare pliocenico, che colmava tutta la valle del Po, e a cui erano spiaggia questi monti cristallini. Presso Biella il granito ha fine, e nel baluardo che limita la pianura gli si sostituisce naturalmente quella zona di diorite che lo ha sempre accompagnato al Nord, e che noi abbiamo seguito fino alle Alpi Retiche. Ma se in questo lungo viaggio le formazioni dioritiche si appoggiano a Nord alle rocce di gneiss e di micascisti, nei dintorni di Biella si osserva il fatto eccezionale della presenza di uno strato assai potente di un porfido nero, il quale si insinua appunto fra la diorite e i micascisti, e al suo contatto colla prima di queste rocce è costantemente accompagnato da una striscia di serpentina.

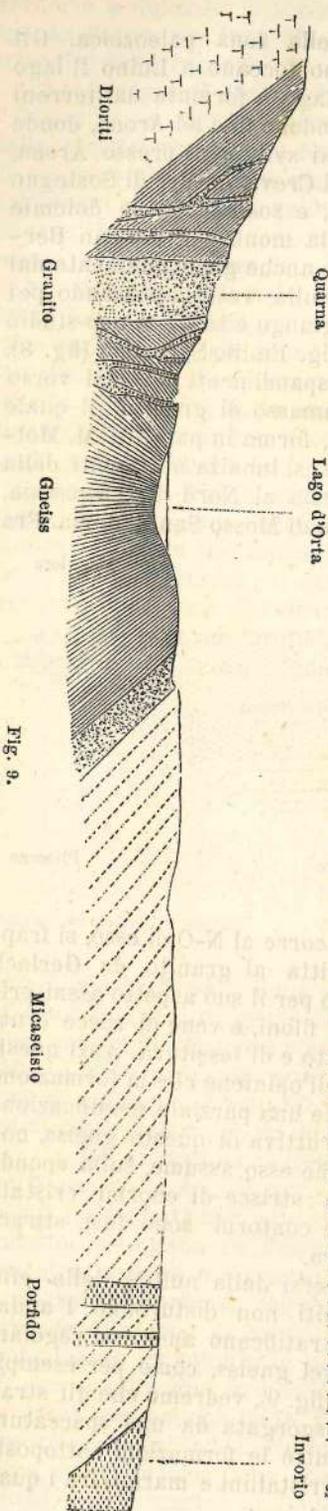
Fig. 9.

Tutta la zona centrale delle Alpi Lepontine e in parte anche delle Pennine consta di una gigantesca formazione di gneiss, nella quale il Gerlach distinguerebbe due varietà di rocce, il gneiss della Valle d'Antigorio, e il gneiss del M. Rosa, il primo distinto dal secondo per la prevalenza degli elementi basici.

I rapporti stratigrafici sono oltremodo confusi ed intralciati, ma sembra che la varietà più basica sia anche la più antica, e sia quella che sostenga tutto l'edificio stratigrafico di questa regione. Al Nord, e precisamente nella parte superiore della Val Formazza, la roccia gneissica è delimitata da una zona di scisti micaceo-calcari, che si dirige a S-O, forma il M. Cistella, e girando dal Sud del M. Leone, va ad unirsi e confondersi cogli scisti micaceo-argillosi (scisti di Casanna) del passo del Sempione.

Questi ultimi formano le masse del Fletschorn, del Mischabel, s'insinuano nella Valle di Zermatt, e si allargano con grande potenza lungo la sinistra del Rodano, fin presso Riddes quindi piegano a Sud, vanno a formare le montagne del Grand Combin, del Velan, del S. Bernardo, toccano presso Morgex la valle della Dora, e continuano a Sud entrando nella Savoja e nel Delfinato, delimitati ad Ovest da una linea che passa per Liddes, il Col de Fénetre, Morgex, S. Maurice, Moustier, Col des Encombres, Valloires e finisce nella Valle della Guisane. All'Ovest di questa linea corrono senza interruzione le formazioni triasiche e liasiche, che occupano gran parte della Tarentasia e della Maurienne, e innalzandosi a Nord nella Valle d'Aosta e nella Val Ferret si congiungono alla zona di rocce secondarie che forma la sponda sinistra del Rodano, separando dalla zona paleozoica già descritta, i grandi ammassi cristallini del M. Bianco, di Beaufort e della catena di Bellevue.

Se in questa parte occidentale della regione Alpina si verificasse la disposizione già osservata nelle parti centrali, le formazioni paleozoiche si dovrebbero espandere non interrotte fino alla pianura piemontese, congiungendosi a quella zona sci-

stosa che seguimmo fino a Biella, e che si prolunga a S-O formando le prealpi del Piemonte. — Ma ciò non si avverra perchè proprio nel mezzo della regione degli scisti posa una zona imponente di formazioni secondarie, triasiche per la massima parte, le quali dal Colle della Maddalena, nell'alta Valle della Stura, si innalzano a Nord-Est delimitate ad Ovest da una linea che passa per Briançon, Neuvache, Modane, il M. Iseran, Aosta; ad Est da un'altra linea che tocca il M. Viso, Oulx, Susa, il M. Levanna e Verres.

Dalla valle d'Aosta questa zona si innalza, ancora aumentando di potenza, forma la vetta del M. Cervino, indi disegnando una profonda insenatura vi accoglie la massa del M. Rosa, colma l'alta Valle di Zermatt, gira intorno alle montagne di gneiss del Weisshorn, della Dent Blanche e della valle Pellina, le quali costituiscono pertanto un'isola cristallina nel mezzo delle formazioni secondarie, ed essendo i loro strati foggiati a ventaglio, vengono a posare sui terreni più recenti producendo in tal modo fallaci apparenze.

Chi ha contribuito più di tutti a portare la luce e l'ordine in questa complicata regione fu il Gerlach, e qui aggiungiamo alcuni suoi spaccati che chiaramente dimostrano i vincendevoli rapporti stratigrafici di tutta la formazione.

Il primo spaccato (fig. 10) parte dalla Valle del Rodano, si dirige alla Dent Blanche, quindi devia un poco ad Est per passare per il Rosa. Sul fondo della Valle del Rodano affiora la formazione antracitifera; succedono calcari e quarziti triasiche; indi una gran massa di micascisti, che venne violentemente spinta verso il Nord, così che si protese a coprire quelle medesime formazioni più giovani, che più a Sud essa porta regolarmente sul dorso. Queste constano di quarziti, scisti lucenti, scisti cloritici e serpentini, il tutto alternante: succede il nucleo di gneiss talcoso della Dent Blanche foggiato a ventaglio, e quindi sovrastante agli strati triasici i quali più all'Est si appoggiano regolarmente sulla volta anticlinale del M. Rosa. Qui notiamo che il micascisto e le formazioni antracitifere si limitano a una zona settentrionale, mentre non esistono nella parte centrale dove il trias viene a immediato contatto coi gneiss. Terra carbonifera, mare triasico.

Il secondo spaccato (fig. 11) parte dalla Fully Alp comprende la formazione antracitifera della destra del Rodano, e il gneiss che si diparte dal M. Bianco. Sulla sinistra del fiume le formazioni sedimentari entrano in una sinclinale formata dal micascisto e dai terreni antraciteferi. Un'altra sinclinale accompagnata da un salto evidente, comprende gli scisti lucenti del M. Pleureur, a cui succedono i gneiss talcosi della Val Pellina, che sembrano disposti a conca fra il M. Otemma e il M. Redessan, portando sul fondo le rocce micacee ed amfiboliche, a straterelli di calcare grafitico, attraversate da numerosi dicchi di eurite e granito che formano la Val Pellina e che equivarrebbero alle rocce gneissiche esistenti fra Orta e Varallo. Sotto la parete meridionale della sinclinale compajono per

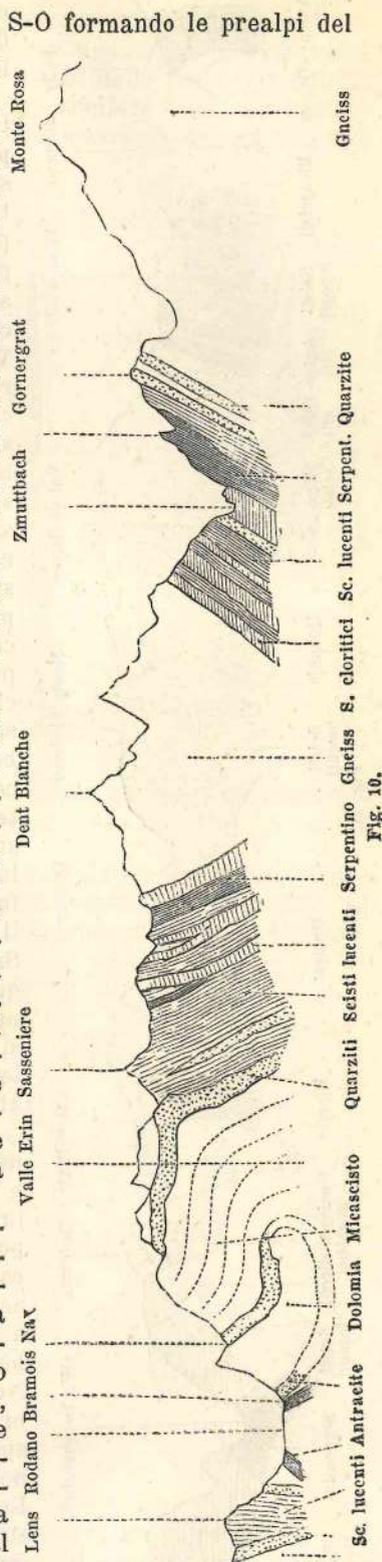
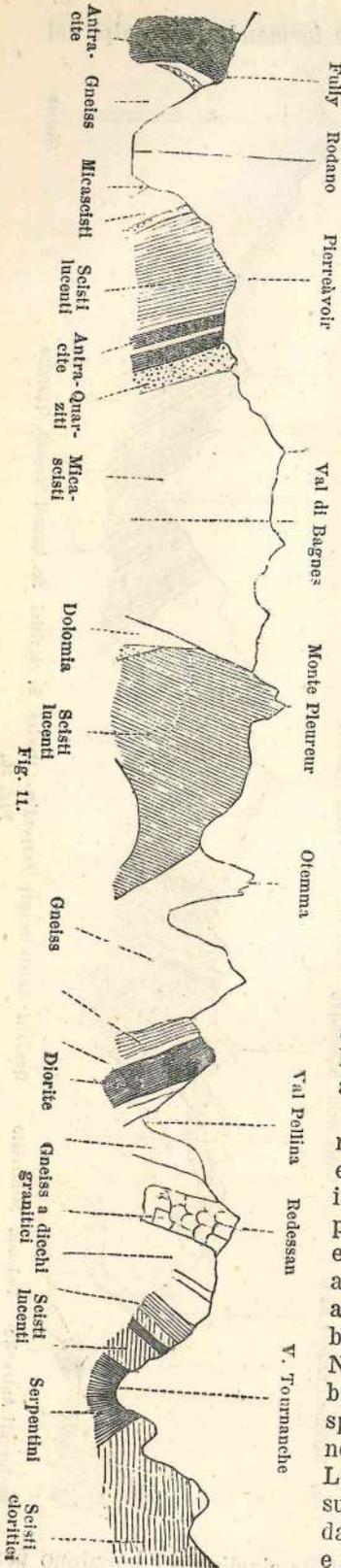



Fig. 10.

effetto del rovesciamento gli scisti lucenti e cloritici delle Valli Tournanche e Challant, a cui poi succedono le rocce gneissiche che vengono dalle Alpi Graje.

Non si ponno avere prove più evidenti della potenza della spinta laterale che ha prodotto per massima parte il sollevamento, di quelle che ci offrono questi spaccati, i quali ci insegnano come la disposizione a ventaglio, a strati verticali, a rovesciamenti, non sia che il prodotto finale di anticlinali originarie spezzate e precipitate. Osservisi e confrontisi la disposizione del micascisto o scisto di Casanna, nella Val d'Erin, con quello che il medesimo micascisto assume più ad Ovest nella Valle di Bagne. Nella prima località abbiamo una chiarissima anticlinale, rivolta e spinta a Nord; nella seconda l'anticlinale che indubbiamente vi esisteva si è sformata; la gamba meridionale si è abbassata, e abbiamo un salto, con le forme a ventaglio. Pertanto possiamo asserire che la disposizione ideale teorica di questa regione, sarebbe una serie di volte anticlinali dirette da S-O. N-E, nelle quali i gneiss formerebbero lo strato più profondo. Ma continuando e aumentando la pressione laterale tutto l'edificio anticlinale, doveva necessariamente scomporsi, spezzarsi e crollare, lasciando per risultato definitivo le bizzarre e anormali strutture che ora si osservano. Io credo che quello stato di primo sollevamento dovea essersi già verificato nell'epoca carbonifera, quando al posto in cui ora trovasi la parte centrale delle Alpi Pennine e Lepontine esisteva una terra coperta di folta vegetazione, il cui perimetro è ora segnato dalla zona dello scisto di Casanna. Ebbe quindi luogo, almeno in parte uno sprofondamento, e l'area fu coperta dai mari triasici; al finire del lias ricominciò il sollevamento, e mentre le vicine regioni Svizzera e Savojarda erano bagnate dai mari cretacei, ed eocenici, qui si aveva di nuovo una terra asciutta, ma che certo non presentava le altissime e sconvolte vette, che ora si ammirano, e che furono il risultato del grandioso sollevamento a cui fu in preda tutto il continente europeo al chiudersi dell'epoca eocenica.

La grande zona di scisti paleozoici che si estende nella Tarentasia, nella Maurienne, nella Valle di Aosta, e va a toccare le sponde del Rodano, è estremamente interessante, poichè ci rivela evidenti le tracce dell'epoca Carbonifera, in cui venne deposta. In Savoja consta essenzialmente di arenarie che hanno una profondità assai considerevole, e fra S. Michel e Modane, si ergono a 2500 metri sul livello del fiume. La ricchezza in carbone non è proporzionata a questa grande potenza. Nella Savoja e nel Delfinato gli strati d'antracite sembrano numerosi, ma sottili, non superando in genere lo spessore di un metro. Le impronte vegetali sono rare, e non si trovano generalmente che tronchi di Sigillarie, Lepidodendri e Calamiti. Più a Nord, nella Valle d'Aosta, sui fianchi del S. Bernardo, e lungo le sponde del Rodano, predominano sulle arenarie gli scisti neri e talcosi, e i giacimenti d'antracite divengono più ricchi, e più

Fig. 11.

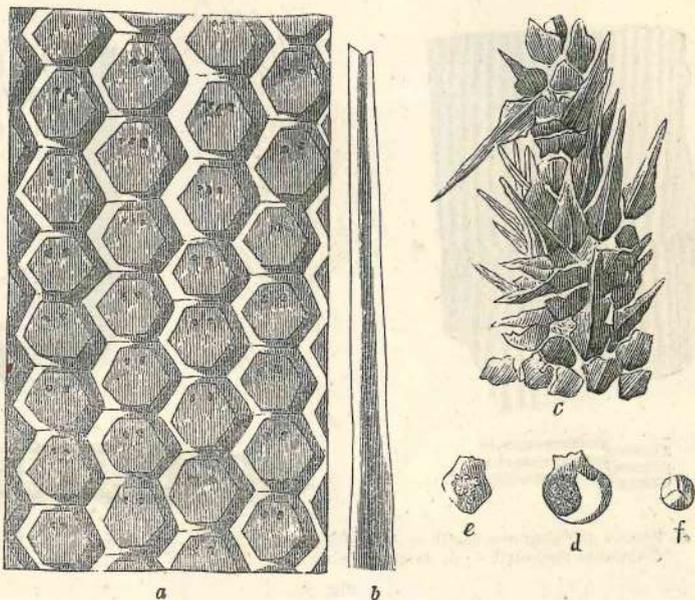
potenti. Ma le formazioni carbonifere si ripetono in una zona esigua, che corre all'Ovest del M. Bianco, è separata dalle prime per mezzo appunto di questa montagna e, dove s'interrompe il gruppo cristallino, per mezzo delle rocce secondarie delle Valli Savoiarde. — In questa zona gli strati carboniferi sono assai meno potenti che nelle prime; ma in compenso offrono una massa di avanzi vegetali assai più ricca e più varia. Le più note località fossilifere sono Vernayaz, presso la cascata di Pissevache, il Colle di Balme, la Vall' Orsina, Tour, Servoz, Taninge, la valle di Hauteluce, e Petit-Coeur, nome per sempre memorabile nei fasti della geologia, per le lunghissime dispute che ebbero luogo, intorno all'età dei suoi giacimenti a fossili vegetali; poichè alcuni, e fra i più famosi campioni della scienza, tenendo fisso l'occhio e la mente all'esclusivo criterio delle apparenze stratigrafiche, proclamavano la liasicità di quella flora, che pure aveva un carattere così chiaramente carbonifero; altri invece più rettamente tenevano per incrollabile il criterio paleontologico, e spiegavano la disposizione degli strati con un parziale rovesciamento. La questione è già da tempo definitivamente risolta, ma convien ricordarla segnando essa nella storia della scienza un momento decisivo, e vitale, poichè è chiaro, che, se la vittoria fosse rimasta a coloro, i quali sostenevano che una flora carbonifera poteva esistere nell'epoca liasica, e che quindi i caratteri paleontologici non avevano un'assoluta importanza, tutto l'edificio innalzato dalla geologia crollava, e questo mirabile libro della storia del globo che era stato ordinato e letto pagina per pagina diventava di nuovo un confuso agglomeramento di cifre inesplicate.

a, Parte del tronco. *b*, foglia. *c*, grappolo di spore. *e*, *d*, spore *f*, spora ingrandita.

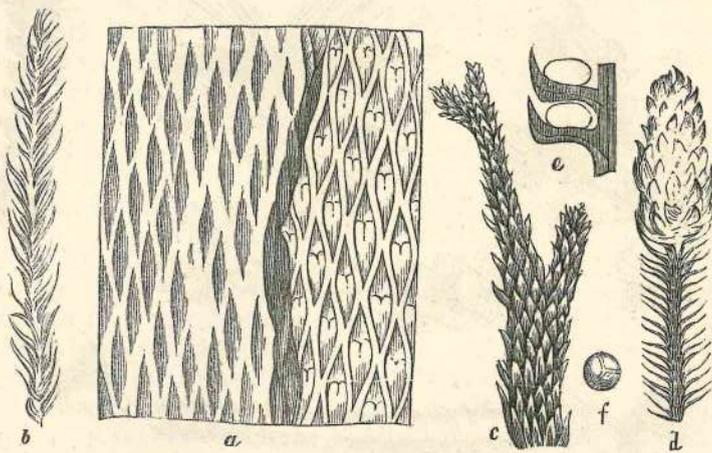
Fig. 12.

a, Tronco in parte scorticato — *b*, ramo novello — *c*, ramo vecchio — *d*, gruppo di spore — *e*, capsule di spore — *f*, spora ingrandita.

Fig. 13.

Adunque questa zona, che si estende dalle sponde del Rodano fino alle valli della Savoja, è un oasi nel deserto della regione Alpina. Essa segna la spiaggia di

quella terra asciutta che, come sappiamo, esisteva laddove or torreggiano le Alpi Pennine e Lepontine, e che poi si sprofondava almeno in parte, per coprirsi dei sedimenti deposti nei mari dell'epoca secondaria.

La flora che si rinvenne consta, secondo Heer, di 60 specie, di cui 46 comuni con altre regioni carbonifere, e fra queste 26 appartengono all'America Settentrionale; le altre 14 specie sono proprie esclusivamente alla formazione Alpina. In questa flora troviamo rappresentati tutti i tipi principali del mondo vegetale nell' epoca Carbonifera. Frà le Sigillarie notiamo la *Sigillaria Dournasii* (fig. 12) che ha, lungo il tronco, numerosi e stretti i ranghi delle cicatrici delle foglie, e che pertanto doveva avere un capo assai ricco di frondi, e la *Sigillaria alternans*, di cui però non si rinvennero che le radici, conosciute sotto il nome di *Stigmaria ficoides*. Questa specie è assai comune in Europa e in America, e pare abbia avuto una parte essenziale nella formazione del carbone. Qui è assai rara, e non fu trovata che a Taninge, e questa penuria è forse una delle cause della esiguità degli strati d' antracite. Fra i Lepidodendri era cospicuo il *Lepid, Veltheimianum* Sternb (fig. 13), il cui tronco raggiungeva grandi altezze; è comune anch' esso in Europa ed America. Fra le Calamiti, la *Calamites Sackovii* Br., la *Calamites Cistii* Br. (fig. 14) e la *Cal. Saussuri* Hr. proprie queste ultime delle nostre regioni, e distinte per i piccoli mazzi di foglie, e i lunghi grappoli di spore. Tre leggiadre pianticelle probabilmente acquatiche, erano l'*Annularia brevifolia*, l'*Annularia longifolia* e lo *Sphenophyllum Schlotteimi*. Brg. (fig. 15).

a, Tronco di Calamites Cistii — b', dettaglio del tronco — c, ramo — a' Tronco di Calamites Suckowii — b, spiga di spore.

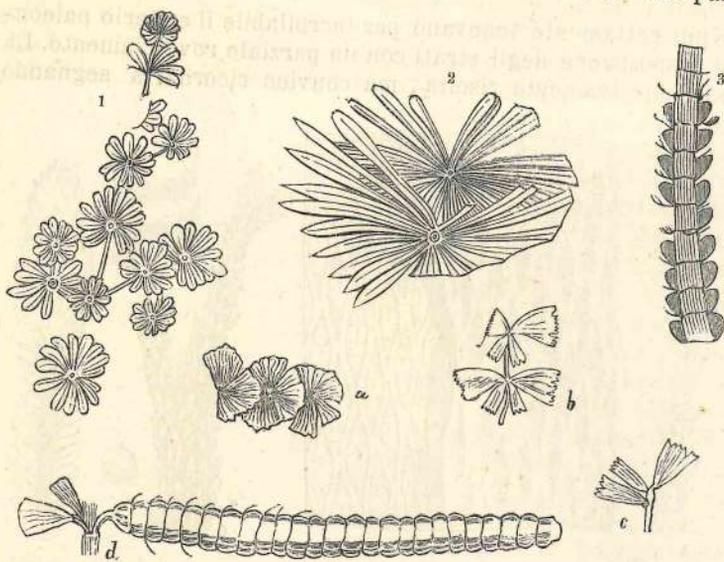
Fig. 14.

1. Annularia brevifolia. — 2. An. longifoglia. — 3 Spiga, — a, b, c, foglie di Sphenophyllum Schlotteimi. — d, spiga.

Fig. 15.

La prima è una delle piante le più comuni della formazione Carbonifera e si distingue per le sue graziose foglioline disposte a stella intorno ai rami; la seconda aveva probabilmente un' altezza di alcuni piedi, un tronco assai ramificato, e rosette di foglie allungate, da cui si dipartivano le lunghe spighe fruttifere.

Ma il contingente più numeroso alla nostra flora è fornito dalle felci, di cui alcune erano probabilmente erbacee, ma altre costituivano alberi a tronco, e fra queste quasi tutte le specie dei generi *Neuropteris e Odontopteris.* L' albero fra tutti il più comune è la *Neuropteris flexuosa* (fig. 16) ed è rimarchevole che essa è pure frequentissima in America, e non rara in Inghilterra e Germania. Ha la foglia straordinariamente grande. Consta di un' asta centrale dello spessore di un pollice, da cui si dipartono lunghi steli, i quali a lor volta si ramificano, e lungo questi steli secondarii sono disposte le foglioline, rotondeggianti nel contorno e colla superficie striata da una fina nervatura, che si spicca da una costa centrale.

Fig. 16.

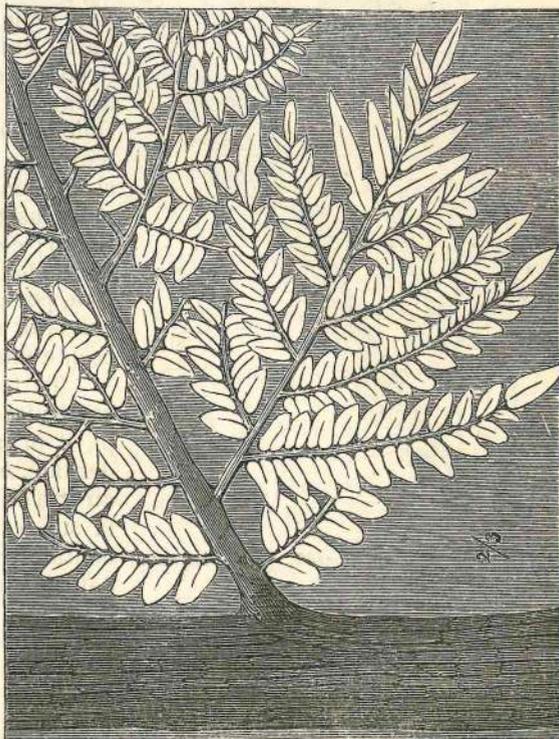
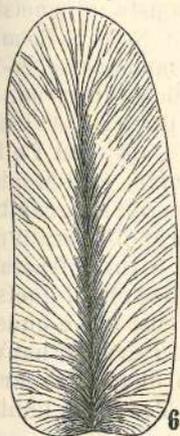
Si contano in questa flora altre nove specie di *felci a nervatura* e fra queste le *N. Leberli Hr.*, assai vicina alla specie descritta; la *N. Loshii* Br. e la *N. microphylla* Br.

Assai affine al genere *Neuropteris* è il genere *Cyclopteris,* in cui la nervatura si allarga sulla superficie della foglia, senza dipartirsi da un nervo centrale. Notiamo la *Cycl. auriculata* (fig. 17) assai frequente e la *Cyclopteris lacerata* Spr. specie questa ultima assai interessante per essere esclusiva alla regione antracitifera e per essere il solo esempio di felce a foglia frangiata esistente in Europa.

Fig. 17.

Del genere *Odontopteris,* o felci dentate notiamo l' *Odont. Brardii* Brg (fig. 18), la quale aveva foglie di tre piedi di lunghezza, che sugli strati d' Outre-Rhône, Col de Balme, e Petit Coeur, formano bellissimi argentei disegni; l'*Odont. minor* Brg. e l'*Odont. Alpina* Stbg, comune quest' ultima in Stiria, in Sassonia e in Pensilvania.

Nel genere *Pecopteris,* sono cospicue la *Pecopteris Cyathea Schlth.* e la *Pecopteris arborescens* (fig. 18), felci arboree assai diffuse nelle regioni carbonifere dell'antico e del nuovo mondo. I loro tronchi si ergevano maestosi, incoronati da un mazzo di fogliame, e il loro aspetto non doveva essere dissimile da quello delle felci viventi nelle regioni tropicali. Notiamo inoltre la *Pecopteris Lamuriana Hr.* e la *Pecopteris dentata* (fig. 19) che anch' essa ricorda alcune attuali forme del tropico.

A queste piante, che tutte appartenevano alle Crittogame, si deve aggiungere un genere assai interessante di Fanerogame, il genere *Cordaites,* il quale era probabilmente foggiato sul tipo delle Cicadee. La *Cord. borassifolia* Stbg. è assai comune. Le sue foglie che disegnano sulla roccia delle strisce lucenti finamente striate avvolgevano il tronco, e si disponevano a corona terminale.

Più interessante ancora è un ramoscello di fiori trovato a Posettes, e che appartiene ad una pianta ancora più altamente organizzata. I fiori sono disposti a spiga e constano di un calice grazioso col labbro rivolto all' indietro (fig 20).

Ritorniamo ora a descrivere l'andamento delle zone dei vari terreni. Quel grande ammasso di formazioni triasiche che dal centro delle Alpi Pennine corre a Sud-Ovest e a Sud nel mezzo della regione di terreni azoici e paleozoici dopo aver formato le vette principali delle Alpi Cozie, e le montagne del Delfinato, entra sul versante italiano delle Alpi fra il colle della Maddalena e la valle della Stura, isolando i due nuclei cristallini delle Alpi marittime, e delle Alpi Liguri. In questi le rocce paleozoiche constano: 1.° di un gneiss che talvolta si avvicina estremamente al vero granito, talvolta assume del talco, e diventa un gneiss steatitoso; ciò si avvera specialmente verso le sorgenti della Bormida; ora ha un'apparenza porfirica, per grossi cristalli di felspato: 2.° di un micascisto, talvolta con granati: 3.° di scisti talcosi, e finalmente di scisti amfibolici assai scarsi.

a, Frondi di Odontop. Brardii. — *b*, Fronda di Pecop. Arborescens.

Fig. 18.

Tutte queste rocce costituiscono due gruppi, il primo o più occidentale, è una elissoide diretta da O-N-O. E-S-E. la sua estremità occidentale trovasi al Colle della Maddalena, presso le origini della Tinea e della Stura. Il contorno dell' elisse è segnato da una linea, la quale segue la sinistra della Tinea tra S. Stefano e l'Isola, passa quindi sulla destra, e poi si dirige ad Est fino a S. Martino Lantosca; seguendo la riva sinistra della Valle di Fenestre, raggiunge il M. Clapier, e volgendosi al Nord entra nella Valle del Gesso; taglia all'Ovest di Valdieri il contrafforte che separa il Gesso dalla Stura e tocca quest' ultimo fiume presso Vinadio, quindi risalendo il suo corso, passando ora a destra, ora a sinistra, si ricongiunge al colle della Maddalena. Il complesso di questo nucleo consta di gneiss, la direzione degli strati è generalmente N-O. S-E, ma alle due estremità essi si dirigono recisamente a N-E quasi a rinchiudere completamente il nucleo interno.

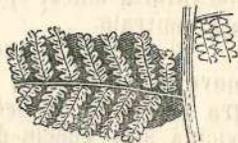



Fig. 19.

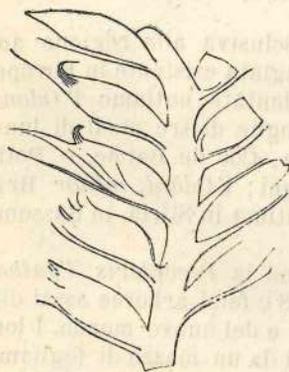



Fig. 20.

Nel mezzo di questa formazione di gneiss havvi un ammasso di granito. Esso si innalza ad Ovest del Colle di Fenestre, passa a quello di Fremamorta, e al Monte Matto, e discende fino ai bagni di Valdieri. È un granito biancastro, a struttura porfidica, con grandi cristalli di felspato. Il gneiss nella sua vicinanza, è tutto frastagliato da dicchi e vene, ed è qui a notarsi che il gneiss stesso passa insensibilmente al granito, così che è quasi impossibile il segnare una linea di confine fra le due rocce. In questo gruppo hanvi in alcune località dei filoni metalliferi, e fra questi notiamo quello di piombo argentifero, presso Vinadio e quelli delle vicinanze di Mombego e di Tenda al limite della formazione cristallina.

Il secondo nucleo di rocce scisto-cristalline, o nucleo delle Alpi Liguri, è collocato più a Levante del precedente, ed ha esso pure approssimativamente la forma di un' elissoide, diretta O-E. Partendo dalla Brasimauda si spinge fino a Savona,

occupando le parti medie delle valli del Pesio, dell'Ellera, della Corsaglia, del Tanaro sotto Garessio.

Nelle rocce di questo secondo nucleo predominano gli scisti ed i gneiss talcosi con mescolanza nella regione orientale di scisti amfibolici. Presso Garessio havvi traccie di piombo argentifero, come pure presso Finale, e a Montaldo si scava un filone di ferro.

Nella serie ascendente, immediatamente al nucleo cristallino, succede una formazione, la quale consterebbe di puddinghe, quarziti, arenarie, scisti argillosi.

Le puddinghe sono ammassi più o meno grossolani di frammenti ora rotondati ora angolari di rocce più antiche, gneiss e micascisti; più raro il granito, e più raro ancora il porfido. Le arenarie sono impasti assai fini di granelli di quarzo che or passano per la presenza di elementi eterogenei a una argilla marnosa, ora per il predominio del quarzo ad una quarzite. Variano assai di colore.

La disposizione geografica di questo gruppo di rocce non è facile a segnarsi con precisione; però si può dire che essa circonda il nucleo scisto cristallino. Infatti cominciando dalla Valle della Tinea, vediamo poggiata sul gneiss e sui micascisti una puddinga rossiccia a rottami di quest'ultime rocce, a cui succedono enormi banchi di uno scisto pur rossiccio che alterna con arenarie e quarziti, nelle quali trovansi delle traccie di cinabro, dato importante per l'analogia con quanto osservammo nelle Alpi Orientali. Dirigendosi quindi a Levante, la formazione arenacea si restringe di faccia a S. Martino Lantosca, per ritornare potente sulla sinistra della Vesubia, e sollevarsi a 3000 metri nel M. Bego tra quest'ultimo fiume e la Roja. In questo contrafforte, e precisamente al Colle di Raus, la formazione è separata per mezzo di una zona gessosa, da dolomie e calcari schiettamente triasici. Dal Colle di Raus le puddinghe, colle arenarie e gli scisti si dirigono a S-E a S. Dalmazzo e a Fontan. Qui la formazione volge a Nord, onde fasciare, come dicemmo, il gruppo cristallino, e costituisce i terreni del M. Abisso. Sul versante settentrionale è assai meno sviluppata. Havvene qualche traccia presso Entrague, ma tra il Gesso e la Stura i marmi di Valdieri vengono a immediato contatto col gneiss.

Sul versante settentrionale dell'altro elissoide cristallino troviamo la formazione arenacea a Boves, alla Chiusa di Pesio e Roccaforte in Val d'Ellera; quindi a lembi nelle valli della Corsaglia, del Casotto. A Sud delle rocce cristalline essa ricompare sulle montagne fra le origini dell'Ellera e della Corsaglia; ma è però assai più sviluppata nella valle del Tanaro presso Garessio, dove forma la base del Monte Galet, e in generale la massima parte di quelle montagne. Scende poi a Toirano e Pietra e va a toccar il mare presso Finale, quindi alternando nei rapporti stratigrafici i più confusi, coi calcari superiori e cogli scisti cristallini, si spinge fino a Savona.

Oltre che alla periferia dei due grandi nuclei cristallini, questa roccia si mostra a lembi isolati anche in altri punti, e interessanti per questo rapporto sono i monti calcari che separano le valli della Corsaglia e dell'Ellera, monti che segnano la linea di massima altezza della catena. Questi calcari circondano nel loro mezzo due isole; l'una che forma il M. Gioje presso Ormea, l'altra più piccola e più all'Ovest, costituite appunto di conglomerati, arenarie quarzose e scisti, e questi terreni si appoggiano a lor volta, rivestendoli da ogni lato, su due nuclei di porfido quarzifero.

Cerchiamo ora di precisare un concetto dell'andamento dei terreni azoici e paleozoici dalle Alpi Marittime al M. Rosa.

Questi terreni cominciano, come vedemmo, al Mediterraneo nelle vicinanze di Savona, dove entrano in mare. All'Est di Savona, e precisamente ai colli di Cadibona e di S. Giustina abbiamo il confine delle Alpi. Al di là incomincia il vero Apennino Ligure, co' suoi terreni esclusivamente terziari, colle sue serpentine ed argille scagliose. Le Alpi rimasero anche all'epoca miocenica separate da quest'ultima catena per mezzo di un braccio di mare dove si confondevano le acque dell'Adriatico con quelle del Mediterraneo. I terreni paleozoici, composti di gneiss, micascisti, graniti, porfidi, puddinghe ed arenarie, formano primieramente, come

vedemmo, una lunga elissoide che va da Savona fin presso il colle di Tenda, con
direzione approssimativa E-O e notisi che in questa zona essi trovansi non già
sull'asse di massima altezza della catena, ma bensì sul suo versante settentrionale,
così che le più eccelse vette si allineano al Sud di essa, al M. Cros mummulitico (2520^{m})
al M. Carsino, calcare (2681^{m}) al M. Tanarello, calcare a Fucoidi (2249^{m}) al M. Galet,
triasico (1770^{m}). Questa fascia di formazioni secondarie e terziarie, abbraccia tutto il
nucleo, poi volge a N-O attraversa la catena formando il Colle di Tenda, tocca
Demonte, Vinadio, e va ad unirsi coi terreni secondari delle montagne del Delfinato.

In forza di questo andamento isola dal primo, un secondo nucleo cristallino assai
vasto, quello delle Alpi Marittime, il quale dalla cima dell'Abisso e del M. Clapier
si spinge fino al Colle della Maddalena, con direzione S-E N-O. Qui abbiamo cime
altissime, quali il colle di Fremamorta, granito (2627^{m}) il colle di Fenestre gneiss e
graniti (2487^{m}) e più di tutti il Clapier (3070^{m}).

Come il Colle di S. Giustina segnava il confine fra le Alpi e gli Apennini, così
il Colle di Tenda segna evidentemente il limite fra il nucleo Ligure e il nucleo
delle Alpi Marittime, e come il primo era un canale, che rimase aperto fin nell'epoca
Miocenica, così il mummulitico del Colle di Tenda ci insegna che il nucleo Ligure era
un'isola del mare eocenico.

Le rocce secondarie, che trovammo al Colle della Maddalena costituiscono la
catena alpina del Delfinato, in parte composta di calcari liasici, in parte di scisti
lucenti, che si uniscono a quelli del Cenisio. Ma i terreni paleozoici rappresentati
dai micascisti, ricompaiono subito al Nord di Demonte e si innalzano verso Setten-
trione in una assai ampia e continua zona. Il M. Viso trovasi al limite occidentale di
questa zona, e sebbene esso consti di rocce cristalline pure sorge leggermente spo-
stato a sinistra nel mezzo degli scisti lucenti.

La linea che segna il confine occidentale della zona paleozoica, passa, come
vedemmo presso Oulx, indi piegando a N-E tocca Susa, il M. Melone, il M. Levanna,
la Valle dell'Orco, Verres nella valle d'Aosta, e si dirige al M. Rosa, il quale, com-
posto com'è di gneiss, s'adagia in una profonda insenatura formata dagli scisti tria-
sici che lo circondano da tre lati.

La linea che segna il confine orientale comincia al Nord di Demonte, e si in-
nalza a Nord accompagnata fino a Pinerolo da formazioni triasiche, indi si volge
essa pure a N. E. toccando Ivrea, Biella, la Val Sesia, Arona, dove si volge recisa-
mente a Nord fino all'altezza di Luino per qui riprendere la direzione orientale.
Lungo questa linea, i terreni paleozoici vengono a contatto, ora immediatamente
colle formazioni terziarie della pianura piemontese, ora con formazioni calcari e do-
lomitiche del trias e del lias, ora infine con grandi ammassi di porfido i quali co-
minciando all'Est di Biella si estendono fino ad Arona per poi ricomparire più al
Nord, e sempre nella medesima posizione stratigrafica, nei dintorni di Luino, Varese
e Lugano. Presso questa linea che segna il confine meridionale della zona trovansi
pure i due grandi nuclei granitici di Baveno e di Pella, i quali sono interposti
nelle parti superiori o più recenti della formazione, non essendo separati dai por-
fidi che da una stretta zona di micascisto.

Dev'essere particolarmente notata quella grandiosa zona amfibolica che incomincia
presso Ivrea, e segue, avanzando verso il N-E la direzione di tutte le altre zone,
delimitata al Sud, in parte dal gneiss, e in parte dalle formazioni diluviali che si
appoggiano direttamente ad essa. Ma le formazioni amfiboliche e sepertinose, non
si limitano alla parte orientale di questa regione, ma le troviamo disseminate per
tutto l'arco di cerchio paleozoico che abbraccia la pianura Piemontese; le troviamo
a Lanzo, ad Aviliano, a Fenestrelle, al M. Viso, e in molti altri luoghi.

Io credo che si possano razionalmente riunire questi punti isolati colla grande
zona di Biella e Varallo, costruendo in tal modo un immenso interstrato che si frap-
pone nella zona meridionale paleozoica per tutta la sua lunghezza, e credo inoltre
necessario di tenere distinta questa formazione amfibolica dall'altra che circonda
il M. Rosa, e la Dent Blanche, la quale per l'alternanze cogli scisti lucenti mostra
di appartenere al trias. Circa la determinazione dell'età dei terreni, che entrano a

far parte di questa zona meridionale, abbiam già detto che i porfidi vanno ascritti al Permiano. Una parte dei micascisti che trovansi fra i porfidi e i terreni più antichi sappiamo essere Carbonifera. Carboniferi sono pertanto anche i graniti di Baveno che trovansi all'identico livello stratigrafico della puddinga di Manno, carboniferi i numerosi interstrati di calcari e di marmi, che trovansi nelle formazioni scisto-granitiche, che succedono immediatamente al Nord; ma dove il Carbonifero finisca e incominci la serie più profonda dei terreni, e quali siano precisamente i terreni presenti, manca ogni dato per poterlo dire.

Questa zona paleozoica puramente italiana è accompagnata ad Ovest e a Nord da un'altra che chiameremmo Savojarda o Svizzera, il cui confine occidentale è segnato, come sappiamo, da una linea che passa da Liddes, il Gran S. Bernardo, Morgex, Aime, Moustier, il Colle des Encombres, Valloires, e finisce presso Briançon. — In essa abbiamo un grés antracitifero con piante, e un micascisto che è certamente carbonifero. Essa ha l'andamento di tutte le altre zone; cioè dopo aver seguita fin presso la valle del Rodano la direzione S-N volge a N-E gira intorno alla Dent Blanche, penetra nella Valle di Zermatt, forma il Mischabel, il Sempione, indi alternando e modificandosi in micascisti, e talcoscisti calcari si spinge verso il Gottardo. All' Ovest e al Nord è accompagnata senza interruzione dai terreni secondari. Non così sul confine orientale e meridionale dove questi ultimi terreni finiscono presso il Rosa, e quindi essa viene a contatto, e si confonde coi gneiss, e le altre rocce cristalline.

Le isole secondarie che poggiano su di essa fra la Dent Blanche e la Valle del Rodano, mostrano come tutta la regione dovesse essere coperta dal mare, e pertanto dai sedimenti triasici, e come la denudazione sia effetto del sollevamento, il quale è dimostrato gigantesco, non solo dalla mole del Rosa, e della Dent Blanche, ma anche da quelle contorsioni, e da quelle bizzarre disposizioni stratigrafiche, che già abbiamo ammirato, e tentato di spiegare.

Coll'ultimo sperone delle Alpi Ligure, che tocca il mare presso Savona, è chiuso il gran semicerchio delle Alpi, che percorremmo dal Friuli al Mediterraneo.

Le montagne che succedono più all'Est, e formano l'Apennino Centrale, della Liguria, dell'Emilia, della Toscana, appartengono geologicamente ad un altro sistema. La regione da esse occupata, era tutta sommersa quando lungo l'area Alpina, già si allineavano dei gruppi di terre asciutte, e queste si estendevano fors' anche nel mezzo del Mar Tirreno, costituendo un'Italia più antica all'Ovest dell'Italia attuale, che deve in gran parte la sua esistenza a recentissimi sollevamenti. Infatti, come già accennammo altrove, i terreni alpini, con tutti i loro caratteri distintivi, ricompajono lungo il lembo occidentale della spiaggia Toscana, donde si collegano per mezzo delle isole dell'Arcipelago Tirreno, colle due grandi terre paleozoiche e cristalline di Sardegna e di Corsica, e la fantasia corre veloce a ricolmare le spaccature che or dividono quei gruppi l'uno dall'altro, e a ricomporre un'Italia preumana, che si sfasciò crollando nel mare quando appunto si svolgeva dall'onde, fra il lampo di una schiera di vulcani, la terra più giovane destinata ad essere l' Italia dell'uomo.

Il primo punto in cui ritroviamo i terreni alpini è il Golfo della Spezia, e precisamente le montagne che ne costituiscono la sponda orientale.

Osservando la successione delle rocce alla punta di Capo-Corvo, si scorge dall'alto al basso sotto un calcare cavernoso triasico, una breccia scistosa a cemento calcareo, indi una quarzite, che più lungi forma le balze che circondano il paese di Pitelli; è talvolta variegata di tinta, e pare sia identica, anche per posizione stratigrafica all' arenaria variegata. Essa fa passaggio all'Anagenite che è una puddinga di ciottoli silicei fra cui predomina il quarzo roseo, collegati da un cemento parimenti siliceo. Succede quindi uno scisto arenaceo, violaceo-scuro, quindi uno scisto cloritico, compatto, di due a cinque metri di potenza. — E di nuovo una puddinga, ma composta di ciottoli quasi esclusivamente calcarei, con cemento talcoso, e grossi grani di quarzo. Questa riposa sopra un calcare bigio chiaro che si trasforma inferiormente in calcare saccaroide. Infine si ha una potente massa scistosa di colore grigio verdastro, attraversata da spacchi e fenditure tappezzate di ferro oligisto micaceo, e che nella sua parte inferiore contiene numerosi ciottoli di quarzo.

Questa serie è interessantissima, e tale da spargere molta luce sulla stratigrafia delle alpi Apuane. Le quarziti e anageniti pare siano equivalenti del Verrucano Alpino; Permiano lo scisto fra queste rocce e il calcare, Carbonifero quest'ultimo, e gli scisti inferiori rappresentano per ora indivisa, tutta la serie del paleozoico più profondo.

Strettamente collegata a queste montagne del Golfo della Spezia è la catena delle Alpi Apuane, che costituisce i monti di Massa e Carrara, e di cui è propagine il gruppo dei Monti Pisani, che si frappone fra le due città di Pisa e di Lucca. Questa catena si distingue chiaramente dal vicino Apennino, che la delimita ad Est, per le sue rocce che entrano nel sistema dei terreni delle Alpi e forma una elissoide interessantissima a studiarsi appunto per la sua posizione anormale, e per il confronto che può stabilirsi fra questi e gli analoghi terreni che incontrammo nelle Alpi. Prenderemo per guida i lavori del Cocchi, che hanno una grande importanza, poichè hanno riformata tutta la serie stratigrafica di quella regione.

Trovasi primieramente assai diffuso in tutta la catena, quale rappresentante del trias inferiore, quel calcare cavernoso che già vedemmo alla Spezia; ma nelle Alpi Apuane, e fors'anche nei Monti Pisani, questo calcare si converte in un calcare cristallino o ceroide; a questa zona corrisponderebbero i marmi delle sommità della Pania, Paniella, Sumbra, Sella, Tambura, Praticelli e tutti insieme formano una zona marmorea, che il Cocchi denomina, zona marmorea superiore, e che va tenuta ben distinta dall'altra zona inferiore a cui apparterrebbero i marmi di Carrara. A questa zona di calcari triasici succede una formazione che consta essenzialmente di quarziti, di anageniti e di steascisti; formazione di grande potenza che si osserva sui due lati, occidentale ed orientale, della elissoide delle Alpi Apuane. Il massimo sviluppo lo hanno nei monti della Tambura, e del Pizzo Maggiore, e varia la predominanza ora degli scisti, ora delle roccie anagenitiche.

Questa zona si distingue inoltre per la sua grande ricchezza di minerali, fra cui il rame, il solfuro di ferro, l'oligisto, ma specialmente la galena; numerosissimi vi sono pure i filoni di quarzo. — Sotto a questi terreni trovasi precisamente come al Golfo delle Spezia il grande ammasso di calcari cristallini. Il Pilla fu il primo a notare la posizione di questi calcari inferiori agli scisti, ma la sua osservazione andò trascurata e fino alla pubblicazione dei lavori del Cocchi, i marmi Apuani ritenevansi come liasici. Questo grandioso e stupendo ammasso marmoreo può dividersi in tre zone; l'inferiore, costituita da un calcare compatto, in grossi banchi di colore grigiastro. — Non offre promiscuità di minerali eterogenei, salvo il quarzo che vi forma delle vene, e dei noduli. Talvolta è assai potente, talvolta si ristringe per lasciare il predominio alla zona di marmi che lo ricopre. Nel linguaggio dei cavatori è chiamato *Grezzone*. — La zona media, consta della serie marmorea con tutte le sue varietà, di Mischi, Bardigli, Bianco-chiari e statuari. La zona superiore consta di una grande massa di cipollini. Questa successione si mantiene inalterata in tutte le località in cui compajono i marmi.

Questi, nel loro complesso formano una specie di parete, che delimita il nucleo più antico degli scisti cristallini, e che nella catena s'inclina ad Est, volgendo le testate al mare, celandosi sotto i terreni della formazione scistosa superiore. Si osservi lo spaccato da Carrara al Sagro evidentissimo e assai istruttivo (fig. 21). Ma un fatto su cui l'autore insiste con molta ragione è questo, che, mentre i marmi sono in concordanza coi terreni superiori, riposano in discordanza sugli scisti più antichi, i quali talvolta sostengono sulle loro testate delle masse marmoree affatto isolate, come per esempio è il caso del Monte Costa presso Serravezza. È dunque indubitato che il sollevamento negli scisti cristallini è anteriore alla deposizione dei calcari che poi si trasmutarono in marmi.

Che l'esistenza dei marmi sia dovuta all'azione metamorfica, prodotta dal calore e dalla pressione, è confermata dal graduale passaggio che si osserva in moltissime località fra il calcare del Grezzone, ed il calcare saccaroide, dall'abbondanza dei minerali che in essi si trovano, e che vi costituiscono dei veri e potenti filoni, predominando i solfuri di ferro, gli oligisti e l'ottrelite. La intrusione dei filoni di ferro,

si connette alla produzione dei Mischi, delle Breccie, dei Persichini. Al Finocchioso presso Carrara si può vedere l'oligisto ramificarsi in modo indefinito nel purissimo statuario, e dal contatto del ferro col calcare si originarono quei minerali amfibolici che servirono di pasta e di cemento al calcare frammentato nascendone i celebrati paonazzetti di quella località. Al Corchia e nella Valle d'Arno l'Ottrelite si associa alle Breccie e ai Persichini con estrema abbondanza, in modo da essere in alcuni casi l'elemento predominante. Meno frequenti, ma pure ancora abbondanti sono i filoni di quarzo che talvolta serpeggia fra le rocce in sottili venuzze, tal'altra si presenta in forma di noduli e tappezza de' suoi cristalli le geodi in unione ai cristalli di calcite e di zolfo. — Un altro fenomeno, che parla nel modo più evidente in favore del metamorfismo è quello della madremacchia.

Il marmo statuario non costituisce degli strati continui, ma si trova generalmente in amigdali più o meno grandi, circondate da una roccia micascistosa che le involge come una veste, e che poi è a sua volta rinchiusa nel comune calcare saccaroide. Ora sembra che i due fenomeni dell'esistenza del purissimo statuario e della esistenza della madremacchia siano concomitanti. Cioè fu il calcare, il quale rigettando dal suo seno tutti gli elementi eterogenei che lo inquinavano si acquistò la sua incontaminata purezza, e si creò quell'involucro dove abbondano elementi calcari, micacei, argillosi, e ferro e quarzo e ottrelite.

Finalmente il terreno più profondo sul quale riposano i calcari cristallini è costituito dai micascisti, steascisti, e scisti gneissici, i quali formano una anticlinale

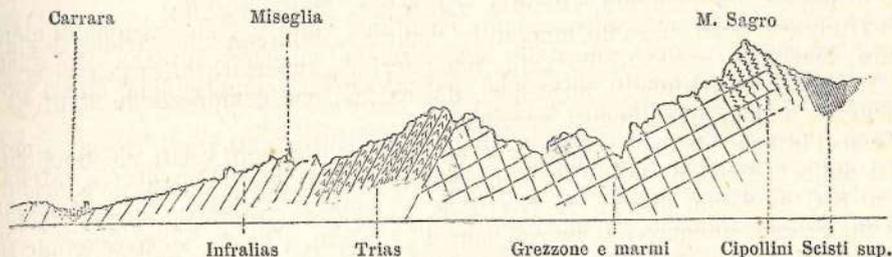



Fig. 21.

che si trova all'Occidente dell'asse maggiore della catena; anticlinale, che già dovea esser sollevata prima della deposizione dei terreni superiori, induzione appoggiata alla già notata discordanza non solo, ma anche alla direzione di tutte l'anticlinale che corre da Est ad Ovest, mentre la catena Apuana nel suo complesso è diretta dal N-O al S-E. Ad Occidente deve aver avuto luogo un salto, che ha abbassato tutta la catena, e portato al piano i terreni dell'infralias, come risulta dallo spaccato condotto da Carrara al Sagro. Questa zona cristallina inferiore è distinta in primo luogo dalla presenza assai frequente del cinabro, fenomeno che la mostra equivalente della roccia Carbonifera di Jano, e in genere dalla grande quantità di minerali, specialmente di galena, di rame, antimonio, zinco e ferro, tutti poi in intima connessione con filoni di quarzo.

Questa è, nelle sue linee principali la serie descritta dal Cocchi. Il fatto più saliente è l'equivalenza delle masse di calcare cristallino, coi calcari del Golfo della Spezia, sul cui livello non può esservi dubbio. Ne deriva una completa rivoluzione nella stratigrafia di questa regione; e i terreni riuscirebbero così determinati: trias medio; calcari cristallini immediatamente sottostanti ai cavernosi — trias inferiore; quarziti — Permiano; Anageniti, psammiti, ardesie — Carbonifero superiore; la maggior parte degli scisti superiori — Carbonifero inferiore; zona marmorea — Paleozoico inferiore; Micascisti, Steascisti, e scisti gneissiformi.

La corrispondenza di questi terreni con quelli delle Alpi, si palesa assai chiara, e non sarebbe forse soverchia arditezza il sincronizzare coi marmi di Carrara i nostri marmi del Lago Maggiore, che si trovano a un livello stratigrafico pressochè identico. I terreni delle Alpi Apuane si continuano nei M. Pisani, dove è sviluppatissimo il complesso della formazione d'anageniti e quarziti. Anzi, come a tutti

è noto, il nome di Verrucano venne a questa formazione dal monte della Verruca, che è uno dei Monti Pisani fra Calci, Cascina, e Vico Pisano. La serie delle rocce paleozoiche come è descritta da Meneghini e Savi, consterebbe appunto di anageniti e arenarie quarzo-steatitose, filladi e steascisti, cioè di rocce i cui elementi sono sempre i medesimi, il quarzo ed il talco, variando solo per le proporzioni della miscela e la forma degli elementi stessi. Importantissima è la località di M. Torri presso Jano, che sorge quale diramazione meridionale dei M. Pisani, fra le valli dell'Era e dell'Evola. Sulla eufotide che forma la base della montagna, riposa un'ammasso di scisti argillosi di color grigio nero frammezzo ai quali vi hanno straterelli di antracite, e vi si trova inoltre in grande quantità il cinabro, o disperso in piccoli cristalli, o concentrato in filoncelli e piccole masse più o meno aggruppate; ma ciò che più importa, è il fatto che in questi scisti si scoperse una flora carbonifera assai ricca, che toglie ogni dubbio, sull'età di quel terreno. — I generi ammontano a ventuno, comprendendo Felci, Lepidodendri, Calamiti, Sigillarie, predominando però di gran lunga le prime. Le specie sono cinquanta e fra queste notiamo l'*Odontopteris minor*, la *Pecopteris Cyathea, Pecopteris arborescens* che trovammo nella flora Alpina. — A questi vegetali si aggiunge anche una fauna marina che comprende le seguenti specie, incontrastabilmente carbonifere: — *Pholadomya regularis* D'Orb. *Ph. plicata* D'Orb. *Cardinia tellinaria* Kon. *Cardiomorpha pristina* D'Orb. *Leptaena arachnoidea* D'Orb. *Spirifer glaber* Sov. *Cyathocrinus quinqueangolaris* Mol, e altre specie di generi *Cypricardia, Avicula, Leptaena, Cyatophyllum.*

Sovra questi scisti posa un'anagenite risultante dalla agglomerazione di elementi quarzosi, bianchi e rossicci, che nella sua porzione superiore alterna con scisti lucenti, rossastri, e finalmente succedono dei calcari che comprendono strati potenti di marmo, e sono probabilmente triasici.

Verso l'interno della Toscana le anageniti e sottostanti scisti, ricompajono, circondati dalle formazioni terziarie, nella Montagnuola, che è una piccola catena, che corre al S-O di Siena, diretta da N-O S-E. Al calcare cavernoso succede superiormente un grande ammasso di marmi bianchi e gialli, i quali appartengono necessariamente ai terreni secondari, e sono equivalenti dei marmi dei Monti Pisani, e della zona superiore delle Alpi Apuane.

Tornando al littorale ci imbattiamo primieramente nei Monti di Campiglia, che constano di calcari triasici, di marmi saccaroidi e di un porfido euritico sparso di grossi cristalli di quarzo e finalmente tocchiamo i dintorni di Grosseto.

Qui i terreni paleozoici rivelansi in quattro elissoidi, che sono quelle di M. Orsaio, al Nord di Grosseto, di Uccellina, di M. Argentaro e di Cepalbio; osservansi in esse le solite anageniti e scisti cristallini, micacei e talcosi. Il Monte Argentaro è stato ultimamente studiato dal Cocchi che vi trovò una serie che concorda perfettamente con quella delle Alpi Apuane. Questo monte potrebbe raffigurarsi come un'anticlinale isolata la cui volta consta di quarziti, scisti, e anageniti che rappresentano il trias inf. ed il Permiano. Al basso gira intorno alla anticlinale la formazione del calcare cavernoso, il quale costituisce dei lembi isolati sul dorso della montagna e verso l'alto si tramuta in marmi e calcari forse infraliasici. Dove le quarziti sono tagliate dalle vallette che solcano il monte appaiono sotto ad essi scisti ardesiaci, steascisti e micascisti probabilmente carboniferi e questi nella valle del Castagno si veggono posare sopra un calcare cristallino che dev'essere l'equivalente dei marmi Apuani. Di calcari constano pure le isole Gianutri e Formiche, mentre è quasi esclusivamente di granito l'isola del Giglio. Secondo lo spaccato di questa ultima isola, dato dal Pareto il calcare di cui qui si tratta, non solo è superiore al Verrucano, ma anche discordante i dicchi ofiolitici e ferrosi pare interessino tutte le formazioni. Ma è impossibile colla scorta degli scritti finora pubblicati farsi un concetto preciso e sicuro della stratigrafia di queste regioni. Le mutazioni portate nella classificazione dei terreni Apuani, non possono che reagire anche sui terreni della restante Toscana occidentale; e finchè non sarà fatto sul luogo un lavoro di revisione, non potremo dire quali siano gli orizzonti rappresentati. Pare però che realmente tutti questi calcari debbano ascriversi al trias, e facciano parte della zona dei calcari cavernosi e cristallini.

Fra le isole dell'Arcipelago Toscano la più importante è l'isola d'Elba, sulla cui costituzione geologica, gittarono molta luce i recenti studii di Rath e di Cocchi. L'isola può dividersi in tre sezioni; l'occidentale, la centrale e l'orientale, separate da due zone di abbassamento dirette approssimativamente da Nord a Sud, la prima delle quali corre dal golfo Procchio alla marina di Campo, e la seconda dal golfo di Porto Ferraio al golfo Stella. Ognuna di queste tre sezioni si distingue per una sua propria fisionomia geologica. L'occidentale che comprende le alte vette del M. Capanne, e del M. Giove, consta di granito, e solo lungo la marina si scorge una formazione scistosa, che orla e riveste a piccola altezza l'ammasso eruttivo. La parte centrale è composta di arenarie e calcari cretacei, e fors'anche eocenici, nei quali s'iniettò, formandovi dicchi e filoni e giacimenti grandiosi, un porfido quarzifero e tormalinifero; finalmente la parte orientale consta di scisti metamorfici e calcari cristallini. Una questione assai dibattuta è quella che si riferisce all'età delle rocce eruttive dell'isola d'Elba; ma è duopo, come risulta dalle osservazioni di Rath, tener ben diviso il granito del M. Capanne e la rocca tormalinifera della sezione centrale.

Quest'ultima è indubbiamente posteriore alle formazioni sedimentari colle quali viene a contatto, e siccome i caratteri litologici e stratigrafici, anche nell'assenza di avanzi organici, sembrano ascriverle agli strati inferiori dei terreni terziarii, ne viene che appunto nell'epoca miocenica avrebbe dovuto cadere l'eruzione di quella roccia. Il granito di M. Capanne è anch'esso a sua volta posteriore agli scisti che lo rivestono al basso, ma questi scisti non hanno alcuna analogia colle formazioni sedimentari della regione centrale. Sono scisti verdi, cloritici, dioritici con roccie granatifere e scisti micaceo-argillosi e contengono alcuni banchi di calcare cristallino. Sembra pertanto che questa formazione possa ascriversi al livello dei terreni paleozoici, ed allora il granito del Capanne, verrebbe a collocarsi al livello dei graniti del lago Maggiore, e del Tirolo meridionale, coi quali ha una grandissima analogia di struttura e composizione.

Il porfido della regione centrale, ha una fisonomia assolutamente speciale. Contiene grossi cristalli di feldspato, e come elemento costante la tormalina. Del resto essa varia estremamente d'aspetto e di composizione, a differenza del granito, che si mantiene sempre uguale a sè stesso. Di più, mentre l'azione metamorfica del granito sugli scisti e calcari, coi quali viene ad immediato contatto, è evidente e assai rilevante, quella di questo porfido fu nulla. Giammai il calcare terziario è cangiato in marmo, giammai si generarono presso la superficie di contatto, quei prodotti principalissimi del metamorfismo che sono i granati. Mentre in alcune località occidentali, per esempio al Colle di Palombaja, è tale, direi quasi, la fusione del granito col marmo, da essere difficile il precisarne i relativi confini, la separazione fra il porfido ed il calcare terziario, è chiara, evidentissima. Rath attribuisce queste importantissime diversità all'azione dell'acqua ad alta temperatura, ed ai vapori che avranno accompagnata l'eruzione dei graniti con una abbondanza ed una potenza maggiore che non quella dei porfidi.

Gli scisti paleozoici sono assai sviluppati nella regione orientale, e i dintorni di Rio, offrono la migliore località per studiarli. La successione è questa dall'alto al basso — calcari cavernosi; corrispondono ai medesimi calcari osservati nelle Alpi Apuane — quarziti superiori — anageniti e quarziti inferiori — scisti ardesiaci; corrispondono, secondo Cocchi allo scisto di Jano, e al grande ammasso scistoso del Pizzo Maggiore, della Tambura, ecc. — calciscisti — calcarei bardigliacei — calcarei cristallini a struttura saccaroide o lamellare, rappresentano la gran zona marmorea — infine scisti cristallini inferiori, o gneissiformi.

Questa regione orientale è località classica per la grande abbondanza delle rocce intruse e dei minerali. La *serpentina* pare limitata al piano degli scisti ardesiaci; il *ferro oligisto*, invade tutti gli strati dal calcare cavernoso, al piano dei calcari bardigliacei; la *ilvaite* è esclusiva ai calciscisti, il *ferro spatico*, al calcare cavernoso. L'oligisto vi assume proporzioni gigantesche; e che la sua origine sia posteriore alla formazione dei terreni in cui si trova è provato dal fatto, che negli scisti è riempito di frammenti dello scisto stesso che ne forma il letto; è quarzifero presso le roccie quarzifere, e diventa spatico, a contatto del calcare cavernoso.

Ora la traccia che abbiamo finora seguito per trovare e descrivere gli antichissimi terreni d'Italia ci conduce all'isola di Sardegna. — Non havvi certo alcuna altra provincia italiana della cui costruzione geologica si possegga un quadro più completo e più esatto. L'opera monumentale del Generale Lamarmora, condotta con una scienza, un vigore, una coscienza veramente rara, è inapprezzabile per chi voglia addentrarsi nello studio di quell'isola interessantissima, e il meglio che possa augurarsi alla Geologia italiana, è che ogni parte del nostro paese possa trovare un illustratore altrettanto abile, e altrettanto infaticato. E si aggiunga che la fauna fossile dell'isola venne descritta da quel sommo paleontologo che è il Meneghini, per cui non manca alcun elemento alla cognizione esatta della costituzione geologica del paese. Poche regioni ponno avere per il geologo maggior attrattiva dell'isola di Sardegna; poichè qui si hanno riuniti in breve spazio grandiosi espandimenti di graniti e di porfidi; terreni paleozoici ricchi di fossili, e finalmente una ampia zona di vulcani terziari e quaternari. — Questi vulcani trovansi circoscritti nella parte occidentale dell'isola, che può dirsi costituita dalle loro dejezioni: all'Est di questa zona, l'isola in tutta la sua lunghezza, dalle Bocche di S. Bonifacio al Capo Carbonara, è percorsa dal granito. La bassura colmata di terreni alluvionali che corre dal Golfo di Cagliari al Golfo di Oristano, costituiva uno stretto di mare in epoca recentissima, isolando dal rimanente della Sardegna quel gruppo di montagne, che or ne formano l'estremità Sud-Occidentale, e che, anch'esse, constano in parte di granito. Su quest'ultima roccia si distendono assai potenti, specialmente nella metà meridionale dell'isola, gli scisti paleozoici e qualche lembo isolato di terreni secondari ed eocenici. Sono inoltre assai sviluppati ed interessantissimi i terreni pliocenico e quaternario presso Sassari nel mezzo della regione vulcanica, e lungo quella valle che, come accennammo, interseca l'isola fra Cagliari ed Oristano. — Cerchiamo ora di conoscere più da vicino le rocce cristalline e paleozoiche

I graniti formano una cresta centrale assai allungata, che si stende dal N. al S. Un altro nucleo, generalmente coperto dalle formazioni Siluriane, si allinea da Guspini al capo Spartivento, nella regione Sud-Occidentale dell'isola. Questo granito Sardo, è la continuazione dell'identica roccia che percorre in tutta la sua lunghezza l'isola di Corsica. I suoi caratteri mineralogici più essenziali sono la presenza di un ortose roseo-incarnato, e di un quarzo qualche volta sudicio e rossastro; infine la scarsezza della mica, per cui spesso si tramuta in pegmatite; anzi può dirsi che questa varietà di roccia è la più comune. Nella sua pasta trovansi qualche volta diffusi il talco, e più spesso l'amfibolo. — I filoni che più generalmente lo tagliano, sono quelli di quarzo, d'eurite, di porfido rosso, e di diorite. E sembra che anche la pegmatite formi una specie di filone gigantesco, che occupa appunto la linea della cresta centrale e più alta del grande ammasso di granito.

Dalla descrizione del Lamarmora, e più ancora dagli spaccati, e da uno sguardo alla carta, appare evidente che il granito forma l'impalcatura di tutta l'isola su cui poggiano i terreni successivi. — È ben vero che Lamarmora sembra attribuisca al granito un'origine posteriore agli scisti, ma a tale opinione è guidato da idee preconcette intorno al metamorfismo di contatto al quale sarebbe dovuto l'aspetto cristallino di una parte di quelli. — Può darsi che qualche filone, qualche dicco granitico siasi spinto nei terreni siluriani, che in qualche punto siasi verificato qualche fenomeno di metamorfismo di contatto; ma se realmente il granito fosse più giovane del terreno siluriano, gli spaccati del Gennargentu del M. Linas, avrebbero assunto un aspetto assai diverso: avremmo gli scisti squarciati, e il granito, a guisa di lava, injettato ed espanso sulla superficie, fenomeno che gli spaccati stessi del Lamarmora, ci mostrano colla più chiara evidenza trattandosi de' porfidi, delle trachiti, de' basalti.

La roccia più profonda fra le sedimentari, che riposano sul granito, è uno scisto assai talcoso, il quale forma la vetta più elevata dell'isola, il M. Gennargentu, (M. 1918) e tutti i monti circostanti. La roccia è diretta dal N-E al S-O ed è disposta ad anticlinale. Essa è interrotta da parecchi dicchi di porfido, di pegmatite e di una roccia sienitica, che forma una delle cime della cresta del Gennargentu.

E si noti che in alcuni punti, e specialmente al colle di Corre-o-boi, si trovano intercalati fra gli scisti dei banchi di calcare cristallino. La serie sarebbe questa: granito; scisti argillosi; dolomie e calcari; marmi bardigli e cipollini; scisti micacei.

Questi scisti cristallini non sono limitati al solo ammasso centrale, ma trovansi in altri punti, specialmente lungo la costa orientale, fra il capo Codacavallo e il golfo d'Orosei ed anche altrove, ma si confondono assai facilmente, come vedremo cogli scisti siluriani di cui non sono che una modificazione.

Il primo nucleo di terreni Siluriani che osservasi nella parte meridionale della Sardegna è quella del M. Santo presso Pula al Sud di Cagliari. La base del Monte è costituita dal granito o meglio dalla pegmatite: succede un calcare nerastro associato a una quarzite assai scistosa, calcare che è anche metallifero, contenendo piombo e ferro ossidato. Più all'Ovest, a Perdisterri e a M. Severa, il calcare diventa più potente, assai compatto, e cristallino, ma la vetta è formata di uno scisto talcoso grigiastro, e un poco argilloso.

Tutto il nucleo di montagne che trovasi in questa estrema punta Sud-Occidentale della Sardegna, e che ha per limite settentrionale le vette di S. Giuliano e M. Orri, consta di queste medesime formazioni, inferiormente scisti argillosi violacei, verdi, grigiastri; superiormente calcari; il tutto riposa sul granito, ed è indubbiamente Siluriano, essendo queste le identiche rocce, che troveremo fossilifere più al Nord. — A notarsi è l'aspetto assolutamente marmoreo che i calcari assumono in molte località. I terreni Siluriani formano al Nord della cresta già indicata una depressione in parte empita dai terreni eocenici, e si risollevano di nuovo nel nucleo delle montagne d'Iglesias. Negli scisti di Gonnessa al Sud d'Iglesias trovansi dei fossili, fra cui in abbondanza l'*Orthis patera*, e un crinoide.

Questi scisti contengono ammassi potenti di calcare che formano il M. S. Giovanni, il M. Poni al Sud d'Iglesias, celebre pe' suoi giacimenti di galena. Da Iglesias a Flumini Maggiore, abbiamo sempre la medesima formazione, al basso scistosa superiormente calcare. — Il villaggio di Flumini è costrutto su di una roccia scistosa grigio-giallastra, con finissime particelle micacee; i fossili numerosi che essa contiene, sono dipinti in giallo dall'ossido di ferro. Il deposito è assai fossilifero: vi si raccolgono le seguenti specie:

Actinoceras sp. — *Murchisonia tricarinata Hall?*. — *Bellerophon* sp. — *Spirifer terebratuliformis* M. Coy. — *Orthis elegantula* Dalm. — *O. testudinaria* Dalm. — *O. noctilio* Sh. — *O. miniensis* Sh. — *O. sardoa* Mgh. — *O. patera* Slt. — *O. pentamera* Mgh. — *Orthisina inflexa*, Dvds. — *O. intermedia* Mgh. — *Leptaena convexa* Vern. — *L. trimera* Mgh. — L. *productoidea* Mgh. — *Lingula* sp. — *Ptilodictya lanceolata* Lnsal. — *P. castellata* M. Coy. — *Enallopora Chartersi* Mgh. — *Caryocrinus.* sp. — *Scyphocrinus?* sp. — *Stenopora fibrosa* M. Coy. — S. *fibrosa* var. *lycopodiodies* M. Coy. — *Petraja costata*. Mgh.

Scendendo da Flumini al mare, e passando il torrente che vi sbocca, si trova un altro deposito lungo la spiaggia, la cui parete battuta dalle onde lascia cadere i fossili che contiene: e qui sono predominanti i polipai.

Tentaculites costulatus Mgh. — *Ptilodictya recta* d'Orb. — *P. Siniplex* Mgh. *P. lobata* Mgh. — *Stictopora prysmatica* Mgh. — *Ceriopora? limarioides* Mgh. — *C? foraminosa* Mgh. — *Dendropora suffruticosa* Mgh. — *Fenestella?* sp. — *Stenopora fibrosa* M. Coy. *Alveolites lobata* Mgh.

Sempre nei dintorni di Flumini havvi un ammasso di un calcare grigiastro, che è un impasto di Ortoceratiti, vi si distinguono le specie: *Orthoceras* (Cameroceras) *fluminense*. Mgh. — *O. grande* Mgh. — *O. subconoideum* Mgh. — *O. bohemicum.* *O. canonicum* Mgh. — *O. submoniliforme* Mgh. — *O. subjunceum* Mgh. — *O. subtrochleatum* Münst. — *O. subcyprium* Mgh. — *O. subannulare.* Münst — *O. imbricatum* Wahl? — *O. ageloidium* Mgh. — *O. affine* Mgh. — *Cyrthoceras* sp. — *Cardiola interrupta* Sow. — *Cardium subarcuatum* Münst. — *Avicula?* sp. — *Graptolithus priodon* Geisn. — Dunque notiamo già tre giacimenti distinti: l'uno in cui predomina l'*orthis*; l'altro a polipaj, ambedue negli scisti; un terzo calcare, e quindi superiore, con Ortoceratiti, ed è poi a notarsi, che mentre gli scisti co-

stituiscono un terreno continuo, i calcari non formano che degli ammassi lenticolari sparsi quà e là. — I terreni Siluriani di questa regione vanno a finire assottigliandosi in punta fino presso al Capo della Fràsca, e sono coperti alla destra dalle breccie vulcaniche del M. Arcuentu; mentre più al Sud, su questa medesima linea, ricompaiono a Guspini, al M. Linas i graniti su cui si appoggiano. La direzione degli scisti in tutta questa regione, sarebbe N-O S-E.

Lungo la linea, che segna il limite orientale della gran valle alluvionale che corre dal Golfo d' Oristano al Golfo di Cagliari, i terreni Siluriani si mostrano a lembi, formando però una zona parallela al nucleo occidentale: si trovano al castello di M. Reale ai villaggi di Villa Greca, Serrenti, Nuraminis, dove vengono a contatto colle trachiti, e sostengono i terreni pliocenici, a Usanna e sempre nella forma di rocce scistose. Da questo punto dirigendosi ad Est si ritrovano a S. Pantaleo, donde continuano assai sviluppati e potenti, e formano il M. di Serpeddi, assumendo talvolta l' aspetto di ardesie nerastre. — Presso il villaggio di Pauli Gerrei, ricompaiono i calcari e in questi i depositi di ortoceratiti. Al Nord di quest'ultimo punto avvi il villaggio di Goni presso il quale gli scisti nerastri inverniciati da materie carboniose, diedero una messe copiosa di graptoliti. Nella parte superiore questi scisti alternano con banchi di calcare e con questi ricompaiono sempre le Ortoceratiti. Da Goni gli scisti discendono lungo il corso della Flumendosa fino al mare, poi lungo la spiaggia, fino al castello di Chirra, dove sono coperti da un calcare cristallino o bardiglio. Più al Nord di questo punto la sponda è costituita dal granito. Lungo il corso superiore della Flumendosa gli scisti vanno a confondersi con quegli altri scisti cristallini che già notammo sul M. Gennargentu, che formano un grande ammasso centrale, e che certamente non sono che terreni Siluriani con una *facies* un poco distinta. Li ritroviamo anche lungo la sponda destra del Tirso superiore, dove presso il villaggio di Silanus constano di una successione di rocce nerastre, scisti talcosi con grafite, e banchi di calcare cristallino, che si trasforma in un ammasso imponente di marmo bardiglio. Questo marmo continua verso il Nord, variando di colore, e passando presso Nugheddu e Ozieri, ha un marmo bianco, simile a quello di Carrara. Al Nord di Ozieri i terreni Siluriani vanno a nascondersi sotto gli espandimenti di tufi trachitici. Finalmente ricompaiono all'estremità Nord-Occidentale dell'isola dove formano le montagne della Nurra ed il Capo Falcone.

Riassumendo, e ragionando sui dati paleontologici raccolti finora, parrebbe che nel gruppo occidentale, si abbiano rappresentati due piani del Siluriano, cioè la parte più alta del Siluriano inferiore, caratterizzato dalle Ortidi e dalle Leptene e la parte più bassa del superiore, caratterizzata dalle Ortoceratiti, dalla *Cardiola interrupta*, e dal *Graptolithus priodon.*

Invece nel gruppo orientale le Ortoceratiti e i Graptoliti di Goni, pare rivelino l'esclusiva presenza di quest'ultimo piano.

Il terreno carbonifero è rappresentato da alcuni pochi lembi che si allineano N-O S-E, e si trovano nella parte Sud-Orientale dell'isola, al Nord del M. Cardiga. Il più meridionale si osserva presso il villaggio di Perdas de Fogu. Consta di un ammasso di scisti più o meno terrosi nerastri nei quali sono interclusi degli straterelli di materia carboniosa, spesso allo stato di antracite. Questo terreno riposa nella più evidente discordanza sui terreni Siluriani, e che esso siasi deposto in un bacino già sollevato è provato anche dal fatto che fra i due ammassi scistosi si interpone uno strato di conglomerato che consta appunto di frammenti strappati allo scisto inferiore.

Un altro fatto del massimo interesse, è che questo terreno Carbonifero è attraversato da numerosi filoni di un porfido grigio a cristalli di felspato, amfibolo e mica. In alcune località il porfido ha raggiunto la superficie degli strati carboniferi, e si rovesciò espandendosi su di essi; ma non lo si vede mai injettato nei calcari secondari, che posano in discordanza sullo scisto, fatto che precisa l' epoca della eruzione porfidica. Altri depositi trovansi lungo la sponda del Flumineddu, a Seui. Il bacino che trovasi presso quest'ultimo villaggio è il più importante di tutti. È circoscritto da tre lati ed è aperto al S-E donde scolano le acque del torrente Carongia.

La massima parte delle rocce di questo bacino consta di porfidi. Gli strati di antracite che vi si trovano sono abbastanza potenti da essere lavorati con profitto e dal punto di vista geologico questo giacimento è interessantissimo per aver fornito una ricca flora; vi si contano le seguenti specie: *Alethopteris lonchitica* Brong. — *A. Serlii* Brong. — *Aplophlebis arguta.* Brong. — *A. æqualis.* Brong. — *A. arborescens.* Brong. — *A. aspidioides.* Brong. — *A. unita.* Brong. — *Dicrophlebis gigantea.* Brong. — *D. Sillimani,* Brong. — *D. crenulata.* Brong. — *D. affinis.* Brong. — *D. lepidorachis.* Brong. — *D. oropteridius.* Brong. — *Pecopteris longifolia.* Brong. — *Sphenopteris patentissima Goep.* — *Coniopteris auricolata Mgh.* — *Toeniopteris vittata.* Brong. — *Nevropteris sp.* — *Annularia longifolia.* Brong. — *Asterophillites, sp.* — *Spenophillum sp.* — *Lepidodendron, sp.* — *Sigillaria lepidodendrifolia.* Brong. — *Cordaites borassifolia,* Ung. — *Calamites Suckovii. Brong.* — *C. Cistii.* Brong. — *C. cannaeformis.* Brong. — *Calamodendron sp.*

Finalmente un ultimo giacimento egualmente fossilifero trovasi presso il villaggio di Seulo, ma è assai meno ricco e di antracite e di piante che non il giacimento di Seui.

Le rocce granitiche e scistose sono attraversate da un gran numero di filoni e dicchi, nei quali havvi un ordine di successione, constando i più antichi d'eurite e di porfido quarzifero, ai quali succedono altri filoni del medesimo porfido, che ha assunto nella sua matrice l'amfibolo come elemento secondario, e a questi quelli di un'altra roccia, in cui l'amfibolo è l'elemento principale, così che presenta l'aspetto dioritico. Ultimi compaiono i dicchi di basalte e di trachite.

Il porfido rosso quarzifero si mostra a frammenti isolati, lungo due linee perfettamento parallele, injettando i graniti e gli scisti; l'uno più orientale parte dal M. Razzu, passa all'Est dei giacimenti carboniferi per finire al M. Perdedu, presso Seulo; l'altra più occidentale parte da Pauli Gerrei, e finisce anch'esso al M. Perdedu passando per Nurri. Al piede occidentale del M. Perdedu riposa sul porfido un'arenaria a frammenti porfidici, che è probabilmente l'equivalente di quell'identica arenaria, che nelle Alpi riposa appunto sugli espandimenti porfidici.

Lungo la sponda del mare i dicchi di porfido sono numerosissimi, presso il Capo di Bellavista, e continuano nell'interno verso Lanusei. Associati ai porfidi trovansi filoni di baritina, di galena, di spato fluore, e di pirite di rame.

Il porfido dioritico non è meno sviluppato del porfido quarzifero, specialmente all'Est e al Nord dell'isola, e lo si vede attraversare tanto il granito quanto il porfido quarzifero.

Tutte queste rocce eruttive si svolgono assai potenti lunga la costa al Capo Sferra Cavallo, ma specialmente al Capo di Bellavista. Il promontorio consta, come sappiamo, di granito il quale è attraversato da numerosi filoni di porfido quarzifero diretti N-S, e granito e porfido sono a lor volta attraversati e injettati da una serie di dicchi dioritici, la cui direzione essendo volta all'Est fa un angolo sensibile con quella dei filoni del primo porfido. Al Nord dell'isola il granito della Gallura e delle isole dell'Arcipelago Sardo-Corso è esso pure injettato da numerosi, ma generalmente esigui filoni di questa roccia dioritica.

Nell'isola di Corsica abbiamo la continuazione dei graniti di Sardegna, i quali occupano quasi tutta l'isola, ad eccezione di una larga zona che si trova nella parte orientale e costituisce quasi un triangolo, il cui vertice tocca il mare a Porto-Favone, e la base occupa parte della sponda settentrionale fino a Belgodere. Questa regione è coperta dai terreni nummulitici, ed è attraversata da due grandi zone di ammassi serpentinosi. Fra il granito e questi terreni si frappongono i gneiss e gli scisti talcosi e micacei. Nè vi mancano i filoni e i dicchi di porfido e di eurite, specialmente nei monti fra i golfi di Porto e di Galleria lungo la spiaggia occidentale, dove ai porfidi vanno congiunte arenarie e argille scistose che contengono straterelli di combustibile.

Le notizie circa la Calabria sono scarsissime: sappiamo che da Cosenza alla estremità meridionale della penisola esiste una zona importantissima di terreni antichi. Parrebbe che lo gneiss sia la roccia fondamentale e che in esso si injet-

tasse il granito. Questo assume imponenti proporzioni, e si unisce a porfidi, dioriti steatiti, e fra i terreni scistosi, che gli sono superiori, si contano i micascisti, gli scisti cloritici, e diverse rocce amfiboliche, e molti calcari, granulosi, scistosi, saccaroidi, e scisti ardesiaci, e finalmente delle arenarie con impronte vegetali dal Pilla ascritte alle calamiti.

I monti costituiti da queste rocce possiamo dividerli in tre gruppi: il semicerchio dei monti di Cosenza, la catena fra Catanzaro e Reggio, e il piccolo nucleo dei monti di Monteleone, Tropea e Nicotera.

Questi tre gruppi sono divisi l'uno dall'altro dai sedimenti pliocenici, i quali colmano tutta la valle del Crati e vanno a gittarsi contro i terreni cristallini dei monti Cocuzzo e della Sila, attraversano tutta la Calabria, dal golfo di Squillace, a quello di S. Eufemia, formando le colline su cui posa Catanzaro, e costituiscono il littorale della Calabria, foggiato a terrazzi che segnano i diversi stadj del recentissimo sollevamento. Su questa regione di terreni recenti torreggia la giogaja d'Aspromonte composta di gneiss, almeno nella sua parte centrale. È questa, come dicemmo, secondo il Pilla, la roccia fondamentale di tutta la catena.

Offre una grande varietà di tessitura, essendo in alcune località estremamente decomposta, come sulla vetta dell' Aspromonte, in altre porfiroide, come presso Reggio e Montebello; in altre ancora a grana fina e compatta, come nei monti fra il Pizzo e Monteleone, e talvolta ha sugli strati un intonaco di grafite; ciò si osserva in special modo presso Olivadi al S-O di Squillace. Su di lei si addossa il complesso di tutte le rocce cristalline e scistose. Sembra che il granito sia assai potente nel gruppo settentrionale, cioè in quello di Cosenza e della Sila, mentre all'estremità meridionale, nei dintorni di Reggio, pare prevalgano le dioriti e in genere le rocce amfiboliche. Queste rocce eruttive sono in parte a lor volta rivestite da formazioni di filladi e micascisti.

Questo insieme di formazioni si ripete cogli identici caratteri nell'estremità Nord-Orientale dell'isola di Sicilia nella catena che corre all'Est di Messina, lungo la sponda settentrionale dal Capo del Faro al capo Orlando. Anche qui la roccia fondamentale è un gneiss porfiroide, nel quale si injetta il granito, e nella parte superiore di questo piano, il gneiss alterna con un calcare cristallino. Su questi strati riposa primieramente una roccia composta di frammenti micacei, e amfibolici, impigliati in una matrice argillosa, indi un ammasso di scisti filladici grigi inferiormente, neri nella porzione di mezzo, e verdastri superiormente. Questi contengono presso Rocca Fiorita un giacimento di meterie carboniose con impronte di felci, e vi si trovò un fossile veramente carbonifero: l'*Amblypterus macropteris.* Sopra le filladi posa un grande ammasso di conglomerato rosso, che rappresenta probabilmente il terreno Permiano. E notiamo un fatto assai importante, cioè che gli scisti filladici rappresentanti del Carbonifero, posano in stratificazione discordante sovra i gneiss, e sovra i calcari cristallini, i quali pertanto debbono necessariamente rappresentare un' epoca assai più antica, esistendo fra le due una grande lacuna.

TERRENI TRIASICI

I terreni triasici del suolo italiano ebbero la ventura di fermare, durante gli ultimi vent'anni, l'attenzione di alcuni fra i più dotti geologi nostrali e stranieri, così che se furono argomento di dispute ardenti e prolungate, ed ora ancor più sopite che estinte, vennero anche studiati con grande amore, e dall'essere negletti e dimenticati, passarono in breve ad occupare il posto più cospicuo nella serie dei terreni che compongono il suolo del nostro paese, specialmente nella regione prealpina.

Poichè è appunto nelle catene che si scaglionano parallele alla cresta delle Alpi che le formazioni del Trias si sviluppano e si ergono alla massima altezza, appoggiandosi ed orlando la zona dei terreni paleozoici, come in parte risulta dalle descrizioni che abbiamo date di questi ultimi. Si mantengono ancora potenti nella regione delle Alpi Occidentali e Liguri, e intorno a quei nuclei isolati di terreni paleozoici di cui già conosciamo la giacitura lungo il lido occidentale d'Italia, ma pare se ne perda la traccia nell'Apennino centrale dell' Abruzzo e di Basilicata, dove cedono il posto alle formazioni giuresi e cretacee, che costituiscono con ammassi giganteschi le più alte montagne.

La serie di questi terreni, quale risulta dalla comparazione di molte località Venete e Lombarde, e considerata ne' suoi tratti principali, consterebbe di sei piani, che sarebbero dal basso all'alto.

I. Arenarie e scisti corrispondenti ai terreni del Buntersandstein nelle altre parti d'Europa. Questo piano segna il passaggio fra il trias e le formazioni paleozoiche, e già lo abbiamo necessariamente accennato e descritto parlando di quest'ultime. È assai di rado fossilifero constando quasi sempre di arenarie grossolane e conglomerati, ma dove predomina la forma scistosa e calcare, contiene una fauna piccola, ma assai caratteristica, fra cui notiamo la *Naticella costata*, il *Myacites Fassensis*, le *Posydonomia Claræ* e impronte di rettili e avanzi vegetali.

II. Calcari e dolomie cavernose, che rappresentano il piano del Mushelkalk. Questo piano generalmente è ridotto ad esigue proporzioni, e non contiene fossili. Fanno però splendida eccezione i dintorni di Recoaro dove si rinviene in essi una fauna brillante e ricchissima.

III. Calcari generalmente nerastri, talvolta a strati sottili, caratterizzati dalla presenza di un'*Halobia* e di alcuni Ammoniti globosi. Questo terreno corrisponderebbe al piano più basso di quella sezione del trias, alla quale è applicato il nome di keuper, e stratificamente sarebbe l'esatto equivalente del terreno che al villaggio di S. Cas-

siano nel Tirolo meridionale, ha rivelato una fauna così bizzarra ed abbondante. Ma non bisogna dimenticare che l'equivalenza è tutta stratigrafica, poichè la fauna di S. Cassiano è affatto speciale a questa località e non può quindi offrire alcun criterio comparativo.

IV. Calcari dolomitici e dolomie. Dovrebbero stratigraficamente corrispondere ai calcari di Halstatt. Sono sempre presenti nella regione prealpina Veneta e Lombarda e alternano di potenza colla dolomia superiore che or ora menzioneremo. Nelle valli centrali di Lombardia costituiscono le più alte montagne, e contengono una fauna assai ricca di gasteropodi, chemnitzie e natiche, che raggiunge il massimo dello sviluppo nei dintorni di Lenna in Valle Brembana.

V. Calcari marnosi e marne variegate. Segnano una zona che continua quasi non interrotta dall'estremo Friuli alla sponda occidentale del Lago di Como. La ricchissima fauna ch'essa contiene specialmente a Raibl, nelle valli Friulane, a Gorno e Dossena, caratterizza chiaramente questo terreno e lo addita come il vero equivalente del keuper transalpino.

VI. Finalmente una zona continua di dolomie, talvolta esigue, ma talvolta potentissime, come nei monti dei dintorni di Lecco, sulla quale vengono invariabilmente a posare gli strati dell'infralias, e che pertanto, quando si consideri quest'ultimo terreno come parte delle formazioni giuresi, segnano il confine del trias.

Questa dolomia è caratterizzata dalla presenza di gigantesche bivalvi, Megalodi e Dicerocardi, e comprende la bella fauna di Esino, nota per gli studj di Stoppani, a cui si deve principalmente la conoscenza di questo piano, e la sua separazione dai terreni che gli sono superiori.

I terreni triasici occupano nelle prealpi del Friuli e della Venezia un' area vastissima, la quale è delimitata a Sud da una linea che passa approssimativamente da Caporetto, dove abbiamo i terreni cretacei, M. Maggiore, Gemona, Longarone, dove sono sviluppati i piani del Giura, e va quindi a gittarsi contro la massa granitica e scistosa della Cima d'Asta e Val Sugana, precisamente là dove sappiamo che queste formazioni vengono ad immediato contatto coi terreni Giuresi e Cretacei. Passato questo punto i terreni triasici ricompajono; segnando in Val Sugana una zona esigua, per ridiscendere poi ed allargarsi di nuovo nei dintorni di Recoaro, formando quasi un insenatura dove viene a giacere la massa Giurese e Cretacea dei Sette Comuni.

La linea che ne segna il confine settentrionale, già la conosciamo, per la descrizione che facemmo delle formazioni paleozoiche. Solo noteremo come questa linea mantenuta al basso dall' allargarsi dei calcari carboniferi; dove questi hanno termine si spinge al Nord fino al Colle di Toblach, così che i terreni del Trias, formando tutto il complesso delle montagne del Cadorino, e quindi dirigendosi ad Ovest, vanno a gittarsi contro l'ammasso di porfidi del Tirolo Meridionale, fra i quali i porfidi quarziferi, che costituiscono il nucleo principale, sono a loro sottoposti, e come già sappiamo anteriori, ma sono invece contemporanei i melafiri, e i porfidi basici della Val di Fassa, che si interstratificano in essi e li hanno injettati coi loro filoni.

Per farci un'idea più esatta della disposizione di questo terreno nel Friuli, osserviamo, dietro la scorta del prof. Taramelli, alcune valli di quella regione.

La valle dell'Aupa è tagliata in piena formazione triasica, ed essendo essa normale alla direzione degli strati, è uno spaccato naturale che ci rivela il succedersi dei varj terreni. La parte più bassa della valle è costituita da un calcare che si trasforma gradatamente in dolomia, e contiene alcuni fossili pessimamente conservati, ma caratteristici della dolomia superiore, e sono il *Megalodon Gumbelii* e la *Delphinula Escheri.*

Succedono degli strati gessosi, indi un complesso di calcari marnosi con impronte di *Myophoria*, ed arenarie cloritiche a fossili vegetali, e fra questi la *Calamites Arenacea* Jag. caratteristica del trias superiore. Inferiormente a queste formazioni arenacee, affiora nei monti ad occidente della Valle, un calcare dolomitico, che contiene in gran copia, Natiche e Chemnitzie e piccoli individui di

Ammonites Aon. Risalendo il corso dell'Aupa, ci accompagnano sempre le Arenarie ad impronte di *Calamiti*, *Equisetiti* e *Volzie*, e svariatissime Fucoidi. Succedono a queste arenarie dei calcari nerastri e grigi non dolomitici, i quali rappresentano il Muschelkalk e si appoggiano alle arenarie rosso-brune che segnano il passaggio del trias al paleozoico.

Un'analoga disposizione di terreni troviamo nella contigua Valle del Fella, e nei monti che l'avvicinano.

Abbiamo primieramente un ammasso ingente di calcari dolomitici bianchi, compatti, a nuclei di *Megalodon*. Succedono quindi, ma senza l' interposizione di strati gessosi, i calcari marnosi che già vedemmo lungo l'Aupa. Questi contengono fossili in grandissima copia, specialmente nei dintorni di Dogno. Riportiamo la seguente lista, che consta tutta di specie caratteristiche della formazione di Raibl:

Solen candatus. Hauer.
Megalodon carinthiacum. Bouè.
Pachycardia rugosa. Hauer.
Nucula sulcellata. Wissmann.
Corbula Rosthorni. Bouè.
Corbis Mellingi. Hauer.
Myophoria elongata. Hauer.
Myophoria Kefersteini. Münster.
Myophoria Wateleyae. Buch.
Myoconca Curioni. Hauer.
Pecten filosus. Hauer.

Più a Nord affiorano sotto a questo terreno delle dolomie compattissime, che verso la base alternano con straterelli di marmi ed arenarie, colle quali si chiude il trias superiore.

Succedono dei calcari bigi e neri, ed una breccia calcare, che rappresenterebbe il trias medio, e che si appoggia alle arenarie rosso-brune.

È assai interessante il confronto di queste due valli dell'Aupa e del Fella, perchè mentre è indubitato il paralellismo delle formazioni, pur vediamo che nella prima veggonsi numerose impronte di vegetali terrestri, le quali accennano alla esistenza di una terra vicina, e nella seconda invece abbiamo sviluppatissima, una fauna marina, che è quasi del tutto mancante nell'altra, essendovi stata probabilmente uccisa od impedita di accedervi dalle emanazioni a cui devesi la formazione di quegli strati di gesso che or vi si trovano così potenti.

Nelle valli collocate più all'Ovest, abbiamo la seguente disposizione di terreni triasici. La dolomia a *Megalodon Gumbelii* si fa assai esigua nei monti delle valli del Degano e della Vinadia, per poi riprendere tutta la sua potenza lungo la Piave, spingendosi nel Comelico e nel Cadore. È lungo il Degano poverissima di fossili, e forma delle vette isolate che si appoggiano sopra le arenarie Keuperiane. Queste contengono in alcuni punti degli strati gessosi e scarsi fossili (*Pecten*, *Myacites*, *Pachycardia*, *Corbula*) e sotto ad esse affiorano assai potenti i calcari marnosi, con grande abbondanza di fossili, identici a quelli già veduti nella valle del Fella, e quindi caratteristici della formazione di Raibl. Ma ciò che distingue questi calcari delle località occidentali, è la presenza di giacimenti di antracite abbastanza potenti da essere lavorati, fra i quali citeremo il giacimento di Raveo, e un altro allo sbocco del Rio Furioso, nel Degano. — Si osserva poi inferiormente ai calcari marnosi, la ricomparsa di quelle medesime arenarie che già trovammo nella valle dell'Aupa, e che lungo il Degano contengono gran copia di avanzi vegetali. Le arenarie si appoggiano a degli scisti neri, e a questi succede un calcare magnesiaco assai potente, e privo di fossili, il quale va tenuto ben distinto dal calcare dolomitico superiore agli strati a fauna raibliana; forma la base del trias superiore.

Il trias medio è rappresentato da tre diverse varietà di rocce, cioè da un calcare nero a strati sottili, da un calcare cariato e finalmente di una breccia calcare.

Il trias inferiore dalle arenarie inferiori, e scisti di Werfen, ed è caratterizzato dalla copia degli elementi micacei, dal colore rossastro, e ancor più efficacemente dalle impronte assai comuni di *Myacites* e di *Naticella costata*.

Queste due valli, che ora abbiamo sommariamente esaminate offrono un quadro completo dei terreni triasici, che si distendono per tutto il Friuli. — La massa principale delle prealpi Friulane, è costituita dalla dolomia media, la quale cominciando al Nord di Lubiana si prolunga verso l'Est, in una zona non interrotta; al Sud viene a contatto con lembi di formazioni più recenti, giuresi, cretacee ed eoceniche, lungo una linea che dall'Est di Caporetto si spinge non interrotta fino al Sud di Agordo. La linea che ne segna il limite Settentrionale è occupata primieramente, partendo dall'Est, da un calcare, quindi da una formazione marnosa, che cominciando dalla valle di Raibl, si spinge aumentando di potenza, verso l'Est, fin presso la sponda sinistra della Piave. È la formazione che vedemmo così sviluppata nella valle della Dogna. Nella classica località di Raibl, questa formazione si distinguerebbe nei seguenti piani dal basso all'alto: a) = scisti neri con impronte di pesci e di vegetabili: b) = scisti a *Myophoria Kefersteini*: c) = Scisti ad *Ammonites Johannis Austriae*, e *Spiriferina gregaria*: d) = Dolomiti e calcari a *Megalodus chamœformis*: e) = scisti a *Corbis Mellingi, Perna Bouei, Pecten filosus*, *Corbula Rosthorni*. Questi ultimi corrisponderebbero in gran parte all'orizzonte lombardo di Gorno e Dossena. Sotto a questa formazione nei dintorni di Raibl, affiora una massa potente di calcare, con Ortoceratiti e Natiche, il quale corrisponde probabilmente all'orizzonte dei calcari d'Halstatt.

Presso Raibl si appoggia ad un ammasso di rocce porfidiche, le quali appunto si interstratificano fra esso e un gruppo di arenarie e conglomerati a fossili vegetali. Quest'ultima formazione corrisponde agli strati di S. Cassiano nel Tirolo.

Questo importantissimo complesso di strati che si può dire racchiude tutti i piani del trias superiore si appoggia lungo il confine settentrionale del Friuli sopra calcari più o meno potenti non fossiliferi, che debbonsi ritenere quali equivalenti del trias medio, o Muschelkalk, e questi sugli scisti di Werfen a *Naticella costata*, e sulle arenarie porfiriche che segnano il passaggio al terreno permiano. — Se non che quella così caratteristica formazione Raibliana, sembra abbia termine sulla sponda sinistra della Piave dopo aver colmato tutto il canale di Socchieve in cui corre il Tagliamento. Sulla destra della Piave, e nell'alto Tirolo sono invece assai sviluppati altri terreni calcari e marnosi che appartengono al piano del S. Cassiano. Qui però ripetiamo, che quando si parla di equivalenza col San Cassiano, non bisogna mai dimenticare, che il solo criterio applicabile è quello del livello stratigrafico, mancando affatto le prove paleontologiche, per essere la brillantissima fauna localizzata intieramente nei dintorni di quell' oscuro villaggio tirolese. — Trovasi esso alle origini della valle di Badia, sulle sponde del torrente Gader, all'altezza di 1954 metri. Gli strati di argilla, di arenarie e di calcari, che ne formano il suolo, e le alture vicine, contengono un numero strabocchevole di fossili ben noti per gli studi di Münster, e di Klipstein. Questa fauna è come dicemmo affatto localizzata, e pochissime sono le specie diffuse altrove e comuni con altri terreni. Noteremo fra queste l'*Ammonites Aon*, e l'*Ammonites Johannis Austriae*, che trovansi anche nei calcari d' Halstatt, e quindi in un terreno che formerebbe propriamente la base del Trias superiore.

Nel Tirolo superiore, come lo dimostra lo spaccato che riportammo nella descrizione dei terreni paleozoici, i terreni triasici s'intrecciano e si complicano nella loro disposizione, per la presenza dei poderosi espandimenti porfidici, che hanno resa sì celebre quella località. La parte principale dei terreni Triasici è rappresentata da ammassi giganteschi di dolomia, la quale dal nome d'una delle più alte montagne ch'essa forma è denominata dolomia dello Schlern. Essa riposa sui porfidi quarziferi ed è injettata dai melafiri; stratigraficamente rappresenta la dolomia corrispondente ai calcari d'Halstatt, e quindi inferiore alle marne a fauna di Raibl. — Richthofen nella sua classica descrizione dei dintorni di Predazzo fa un quadro assai vivo di questa massa poderosa di dolomia che, egli dice, è stata costrutta dalle colonie di polipaj che abitavano quel fondo della marina triasica, e che innalzavano i loro edificj, man mano che il fondo si abbassava come appunto oggi avviene degli arcipelaghi corallini del Pacifico, coi quali l'arcipelago tirolese avrebbe dovuto avere la più stretta somiglianza.

Ora passiamo ai dintorni di Recoaro che furono ultimamente studiati dal Pirona. Come già sappiamo i dintorni di Recoaro sono eccezionalmente interessanti, mostrandoci la ricomparsa del micascisto in mezzo ai terreni più recenti. Sovra il micascisto si scaglionano tutte le altre formazioni, così che puossi vedere in compendio la serie stratigrafica delle Prealpi Venete. Primieramente un complesso di conglomerati ed arenarie che segnano, come altrove, il passaggio dal Paleozoico al triasico, e sovra questi un calcare di colore grigio e giallastro, che contiene frequenti impronte di *Posidonomya Clarae, Myacites fassœnsis, Pleurophorus Goldfusi,* ecc., tutti fossili del trias inferiore.

Questo calcare alterna con banchi di marne, arenarie variegate e argille, le quali contengono in alcune località (valle del Rotolone, dintorni di Rovegliana) degli strati di gesso, la cui origine, il Pirona attribuisce all'efficacia metamorfica di alcuni filoni di dolerite che attraversano la formazione.

Sovra queste rocce così caratteristiche del trias inferiore, si osserva uno strato di un calcare marnoso, e quindi delle marne grigio-cerulee, o leggermente rossastre che alternano con sottili strati calcari i quali avranno lo spessore di 30-40 metri.

Vi si trovano in abbondanza molte specie di fossili, quali la *Gervilia Alberti*, *G. costata, G. socialis, Myophoria vulgaris, Natica gregaria, Encrinus gracilis*; tutte caratteristiche del Muschelkalk. Le località fossilifere sono assai numerose nei dintorni di Recoaro.

Le marne fossilifere passano a calcari, che nella loro parte più bassa hanno uno strato di marna bituminosa assai ricca di avanzi vegetali appartenenti in gran parte al genere *Araucarites*, e nella parte più alta contengono straterelli argillosi, in cui è racchiusa una prodigiosa quantità di crinoidi, di brachiopodi e di acefali. Notiamo: *Encrinus pentacrinus.* Bronn. *E. Liliiformis* Lam. *Pentacrinus dubius.* Goldf. *Melocrinus triasicus.* Schaur. *Cidaris grandaeva.* Goldf. *C. lanceolata.* Schaur. *Terebratula vulgaris, T. angusta.* Schloth. *Retzia* (*Spirigera*) *trigonella*) Schloth. *Terebratula* (*Rynconella*) *decurtata.* Gir. *Spirifer fragilis.* Schloth. *Pecten discites.* Schloth. *P. Alberti.* Goldf. *Lima lineata, striata.* Schloth.

Tutto questo interessante complesso di rocce, che costitutisce il trias medio, è coperto da un banco di calcare magnesiaco, della potenza di 30-40 metri, non fossilifero.

Il trias superiore o keuper, vi è rappresentato primieramente da arenarie rosse, verdi, gialle, frammezzate di argille con numerosi fossili: *Myophoria Kefersteini.* Munst. *M. elongata* Kau. *Corbis Mellingi,* Kau. *Corbula Rosthorni,* Bou. Succedono grandi masse di calcare marnoso, bituminoso, e quindi un calcare bianco spesso dolomitico, di grande potenza che contiene l'*Ammon. Aon. Ammon. Johannis Austriæ. Orthoceras alveolare. Orthoceras dubium.* Questo calcare forma la vetta dei monti, che cingono il bacino di Recoaro (M. Spitz, Enna, Sorove, Civillina). Sembra fuor di dubbio ch'esso debba ascriversi al medesimo livello della dolomia media e dei calcari d'Esino. È trapassato nel M. Civillina da filoni di porfido pirossenico, che sono diramazioni delle masse porfidiche del M. Varolo. Sono assai metalliferi, contenendo manganese, baritina, piombo e zinco solforati, pirite di ferro e ferro oligisto.

Specialmente interessanti sono i dintorni di Recoaro per la presenza di rocce eruttive, le quali sembrano sincrone coi porfidi pirossenici del Tirolo. Partendo dalla Pieve presso Torre Belvicino, e risalendo la valle dei Zuccanti si trova al Sud un dosso detto il M. Frisa, il quale accompagna la valle fino alla sua parte superiore dove si congiunge col M. Varolo. Anche questi monti constano di porfido pirossenico, e da essi partono molti filoni che si injettano nel calcare del Cengio e del M. Civillina. Quindi traversando l'Agno, e risalendo la valle di Fongara si incontra ancora quel medesimo porfido, qui ricoperto da una zona di dolomia; ed esso continua a N-E. verso Chempele e la Rasta, e si spinge sebbene in più esigue proporzioni fino alle origini della valle dei Zuccanti.

Un'altra massa non meno potente comincia sotto la vetta del colle di Zonco, va a coprire il calcare del trias medio del M. Alba, indi passando fra questo monte e M. Enna, si spande a formare le masse porfiriche del Tretto, donde si spinge a M. Sumano.

Questo porfido sebbene sempre essenzialmente composto di labradorite e di pirosseno è estremamente vario di colore e di struttura. — A Fongara è rosso-bruno; fra Fongara e Chempele è diviso in lastre di uno a due decimetri di spessore; alla Rasta la massa è divisa in prismi voluminosi; grigio alli Zamboni, verdastro nella valle dei Zuccanti, e talvolta ha una struttura affatto omogenea e compatta. Generalmente tutti questi porfidi sono assai metalliferi, e notiamo fra i loro minerali il piombo solforato, lo zinco solforato, i solfuri di ferro e di rame, e carbonato di rame. Specialmente interessante è il porfido della valle dei Zuccanti pei bellissimi esemplari che contiene di stilbite, analcimi, mesotipi, ametisti, ecc. Nel Tretto e nelle vicinanze di Schio, dove nella roccia è assai scarso il pirosseno, la decomposizione dell'elemento feldspatico vi produce il kaolino noto sotto il nome di terra di Vicenza.

Prima di osservare l'andamento dei terreni triasici nelle Valli Lombarde, dobbiamo notare il gruppo triasico dei dintorni di Bormio, il quale, sebbene almeno in parte appartenga orograficamente all'Italia, geologicamente dovrebbe andarne diviso, congiungendosi esso ai terreni secondarj transalpini della valle dell'Inn, mentre è separato dalla zona italiana, da tutto il complesso di scisti e graniti dell'alta valle Camonica e di Valtellina. Al giogo dello Stelvio si osservano degli scisti semi cristallini, ai quali succedono inferiormente il gneiss e superiormente le quarziti. Sono gli scisti di Casanna a noi già noti. Ma passata la terza cantoniera si entra nella zona calcare che dalla Engaddina si dirige al Pizzo d'Ortles. Ricompaiono gli scisti dopo i bagni di Bormio. Questa formazione calcare appartiene per la massima parte al trias e pare siavi specialmente sviluppata la dolomia media. Lo spaccato del monte della Scala presso Primadio darebbe la seguente serie di formazioni triasiche posanti sul Verrucano e sulle arenarie variegate — Calcare grigio e nero (Virgloriakalk dei tedeschi — Muschelkalk) — Scisti marnosi (Scisti di Partnach-keuper inf.) — Calcare compatto (Halstatterkalk) — Scisti grigi e dolomia giallastra con gesso (Raiblschichten) — Hauptdolomit, forma la vetta del monte. La serie continua con poche modificazioni verso Ovest fino a Livigno, e verso Est va a celarsi sotto ai ghiacci di M. Cristallo. Notiamo poi anche le lenti di marmo intercluse negli scisti di Val Viola e di M. Zebrù, e che da Theobald vengono ascritte ai terreni triasici.

I terreni triasici che lasciammo in Val Sugana risalgono a Nord orlando quel cuneo di formazioni secondarie che sulla destra dell'Adige si protende così irregolarmente a settentrione. Appartengono probabilmente al piano del Muschelkalk i calcari fra Trento e Neumarkt i quali posano sovra arenarie a *Myacites Fassensis* e soggiacciono a più giovani dolomie. Gira al Nord di Kaltern intorno alla punta estrema dei terreni giuresi e quindi ridiscende a Sud sempre poggiando sovra le arenarie ed i conglomerati del Trias inferiore. A Pieve di Bono nelle Giudicarie si osserva uno spaccato in cui i calcari inferiori contengono la *Spiriferina Mentzelii.* Duhr, la *Terebratula vulgaris* Schl, l'*Encrinus liliformis.* Schl, e rappresentano senza dubbio il Muschelkalk; il piano intermedio contiene l'*Halobia Lomelli.* Viss. e l'*Ammonites Aon.* Munst; equivale al terreno di S. Cassiano. Nel piano più alto abbiamo la dolomia superiore, e in questo caso sarebbero assenti le marne keuperiane. Osserviamo che quest'ultima dolomia dev'essere quella medesima che si erge a grande altezza nei monti fra Storo e il lago di Ledro dove rivela la fauna caratteristica composta dal *Megalodon Gumbelii*, e dalle *Delphinula Escheri*, *Avicula exilis.* Dai dintorni di Storo e Bagolino la zona triasica si divide in due rami i quali circondano il nucleo di scisti, porfidi e conglomerati di Val Trompia. Il braccio settentrionale per il passo di Croce Domini, dove osservansi calcari a *Naticella*, *Myacites*, e superiormente una dolomia con gesso e quindi calcari ad *Halobia*, discende a Breno per quindi risalire le Valle Camonica fin oltre Capo di Ponte ed entrare nella Val di Scalve. — Ora prima di descrivere l'andamento generale dello formazioni triasiche, riportiamo il profilo della Val del Dezzo. Questa importante località venne primamente rischiarata dagli studj perseveranti e diligenti di Curioni. Ultimamente Benecke le illustrava colla massima cura. — Allo sbocco nella Val Camonica

veggonsi presso Gorzone le arenarie rosse su cui posano a Terzano i calcari e le dolomie cavernose del Muschelkalk. Passato Angolo veggonsi affiorare dei calcari grigi e neri che contengono numerose impronte di *Halobia* e di Ammoniti globosi. Il calcare si svolge con grande potenza e forma le pareti della valle che sono attraversate da dicchi di un porfido bruno che si injettò negli strati formando delle breccie coi brani di calcare strappati lungo le superfici di contatto. Al calcare nero succedono potentissimi banchi di un altro calcare, chiaro di tinta e riboccante di concrezioni oolitiche che pajono avere somma analogia colla *Evinospongia cerea* di Stoppani. Questa formazione continua fino al villaggio del Dezzo dove per effetto di una disposizione a sinclinale ricompajono i calcari neri ad *Halobia* ed Ammoniti a cui succedono verso Schilpario le dolomie cavernose e le arenarie. — Gli strati ad *Halobia* del Dezzo si dirigono a Colerè e formano la base del monte Presolana. Sul versante meridionale di questo monte abbiamo gli strati del Raibl, ricchissimi di fossili a Pedone presso il giogo di Castione. Questi medesimi strati orlano a media altezza il gruppo del M. Pora e discendono presso Volpino al livello della Val Camonica. La Valle Supina intacca il M. Pora in tutto il suo spessore e ci offre un eccellente profilo di tutto il complesso di questa piramide di strati. Abbiamo dall'alto al basso: Dolomia ad *Avicula exilis*. — Strati a *Gervilia bipartita*. — Calcare dolomitico a *Chemnitzia*. — Calcari ad *Halobia* ed Ammoniti globosi. — Gesso. — Calcari farinosi. — Arenarie variegate. Sulla sinistra del lago d'Iseo notiamo la presenza degli strati a fossili Raibliani al colle fra il M. Aguina e il Corno dei trenta passi, la qual ultima montagna è formata dalla dolomie superiore.

Il ramo meridionale delle dolomie che lasciammo a Storo discende formando la parete sinistra della Val Trompia sino al M. S. Emiliano sopra Sarezzo, località ricchissima del caratteristico *Megalodon*, indi sembra attraversi la Val Sarezzo e passa a formare il tratto montuoso fra Caino e S. Eusebio dove trovansi in grande abbondanza le gigantesche e bizzarre bivalvi illustrate dallo Stoppani quali i *Dicerocardium Jani, D. Curioni*.

In Val Sarezzo sotto alla dolomia che è inclinata ad Ovest appare tutta la serie triasica superiore, cioè, scisti neri ad impronte vegetali che rappresentano il Raibl, strati dolomitici, e scisti ittiolici di Lumezzane che probabilmente equivalgono al S. Cassiano.

Dal M. Emiliano la dolomia si dirige a Nord verso il Corno dei Trenta passi che è assai ricco di *Megalodon* ed altri fossili caratteristici. In questo punto la dolomia è manifestamente interstratificata fra l'infralias di Marone e il Raibl di Tolline all'estremità del lago, e quindi ci siam ricondotti al gruppo del M. Pora coi terreni del quale questi terreni della sponda del lago si collegano perfettamente. — Gli strati Raibliani del versante meridionale del M. Presolana si dirigono ad Ovest, colmano la Valle Seriana fra Ponte di Nossa ed Ardese dove si appoggiano al calcare a *Natiche e Chemnitzie*, passano per Gorno, il Colle di Zambla e toccano la Valle Brembana dove si espandono con grande potenza e ricchezza di fossili presso il villaggio di Dossena: quindi corrono a mezza altezza dei M. Venturosa ed Araralta dove è evidentissima la loro interstratificazione fra la dolomia di Lenna a Natiche e Chemnitzie e la dolomia superiore che incorona le vette dei monti. Passando per Barzio e Cremena attraversano la Val Sassina e ricompajono sull'opposto versante nei dintorni di Esino, dove pare soggiacciano agli strati di dolomia eminentemente fossiliferi del pizzo di Cainallo. Poi scendono al lago, lo attraversano e vanno a morire sulla sponda occidentale al Nord di Menaggio.

La dolomia media che lasciammo al Corno dai trenta passi, ricompare al Nord di Solto dove viene a contatto coll'infralias. Forma i monti che cingono il bacino di Gandino e di Leffe, delimitata al Sud dalla zona infraliasica che va da Solto al lago Spinone ed alla sponda del Serio. A mezza strada fra Casnigo e Ponte di Nossa la dolomia contiene con grande abbondanza il *Megalodon Gumbelii*, e a Songovazzo oltre questo fossile rivela tutta la piccola fauna caratteristica della dolomia media. Notiamo che nel bacino di Leffe la dolomia media non solo viene a contatto, ma è injettata da grandi dicchi di porfido amfibolico. Essa poi costituisce tutta la catena

di monti che corre fra le valli Seriana e Brembana al Sud del passo di Zambla, indi si allarga a sinclinale per cingere il bacino infraliasico di Val Taleggio, forma il Resegone, s'innalza nelle aguglie delle due Grigne, costituisce la parete occidentale del lago di Lecco dove è coperta dal terreno dell'infralias, appare sulla punta di Bellagio, attraversa il lago di Como; forma unendosi intimamente per l'assenza delle marne, alla dolomia subkeuperiana, i monti che limitano a Nord la valle di Menaggio e la catena che comprende il bacino infraliasico di Valsolda; indi si sprofonda per effetto di un salto e va a celarsi sotto alle formazioni infraliasiche del Boglia, ricompare nel S. Salvatore di Lugano e poscia si allarga ad anticlinale appoggiata al nucleo porfidico di Val Gana, forma il versante settentrionale del Campo dei Fiori e va finalmente a celarsi sotto alle formazioni più recenti della riva orientale del lago Maggiore.

Inferiormente al terreno di Raibl che abbiamo seguito fino al lago di Como corre, parallela alle altre formazioni, la zona di dolomia inferiore, equivalente per la sua posizione stratigrafica ai calcari d'Halstatt. Se la dolomia a *Megalodon* forma generalmente la cresta dei monti nella catena che attraversa tutte le valli della Lombardia centrale, quest'altra ne costituisce quasi sempre la base e le pareti. E dove la catena si scinde in due secondarie e parallele, la dolomia inferiore forma la catena settentrionale, e la dolomia superiore la catena meridionale. Così il M. Pora al Nord di Lovere consta della seconda di queste dolomie, della prima il M. Presolana, della seconda la vetta del Venturosa, della prima la base. Fra le due zone dolomitiche corre la formazione di marne variegate a fossili di Raibl la quale si allarga nelle valli principali come fra Ardese e Ponte di Nossa, fra Lenna e S. Giovan bianco, e colma tutte le insenature, tutte le depressioni longitudinali fra le due dolomie. La zona inferiore non è scarsa di fossili e ne abbondano particolarmente i dintorni di Lenna in Valle Brembana. È una fauna composta in gran parte da Gasteropodi, e che presenta una *facies* del tutto simile a quella dei celebri petrefatti d'Esino. Non dobbiamo però dimenticare che il deposito di Esino è ritenuto da Stoppani e da Curioni superiore alla formazione di Raibl, quindi è posto al livello della dolomia media.

Molto meno studiati ed anche meno sviluppati sono in Lombardia i terreni triasici sottostanti alla grande formazione dolomitica. Sembra che la serie consti primieramente di un terreno scistoso, marnoso arenaceo che contiene l'*Halobia Lomelli*, l'*Ammonites Aon* e alcuni resti di vegetali fra cui più comune il *Plerophyllun Jagœri*. Questo terreno dovrebb'essere l'equivalente del terreno di S. Cassiano e rappresenterebbe il piano più alto del trias superiore. Esso riposa sovra un ammasso di calcari e dolomie nerastre non fossilifere, e di poca potenza che equivarrebbero al Muschelkalk, e queste a lor volta posano sovra gli scisti a *Naticella costata* e sulle arenarie variegate.

Gli scisti del S. Cassiano sono assai potenti nella valle superiore del Dezzo nei dintorni del villaggio di questo nome ed anche in valle Camonica a Lozio, Cerveno e Cemmo. In questo tratto che corre fra le due valli del Dezzo e dell'Oglio sostengono le vette dolomitiche dei monti Vaccio, Bagozza e Moren. Indi attraversano la Valle Seriana sempre accompagnati dai calcari del Muschelkalk e per Val Canale e il passo del lago Branchino discendono a Piazza dove sono visibili lungo il letto del fiume Brembo. Quindi per la valle Stabina entrano forse in Valsassina dove se ne perde la traccia, perchè sembra che gli scisti di Perledo e i calcari di Varenna si possano più ragionevolmente ascrivere al terreno Raibliano per la loro interstratificazione fra due potenti dolomie e per l'esatta corrispondenza con quanto si osserva sulla sponda destra del lago — Del resto ad una ad una tutte le formazioni triasiche nell'avanzarsi verso occidente si impiccoliscono e muojono. Primi i terreni del Muschelkalk, indi quelli del S. Cassiano, poi le marne del Raibl, e finalmente la dolomia stessa.

Gli ultimi resti di formazioni triasiche si trovano sulle sponde del Lago Maggiore nei dintorni di Angera e di Arona, oltre le quali località scompajono intieramente lasciando che i terreni scistosi e cristallini vengano ad immediato con-

tatto colle formazioni plioceniche ed alluvionali. — Per ritrovare il trias dobbiamo rivolgere lo sguardo alla regione centrale delle Alpi Pennine ed occidentali su cui sparsero si viva luce i recenti studj di Gerlach, di Favre, di Lory. Ma notiamo che il trias ha qui perduto affatto l'aspetto che gli conosciamo e più non rivela quella sua serie così costante e caratteristica. Le formazioni dolomitiche e calcari sono ridotte alle più esigue proporzioni e in vece loro si svolge un ammasso ingente di scisti argillosi e calcari, di una *facies* tutta loro propria, ben noti sotto il nome di scisti lucenti. Gli argillosi sono grigi e nerastri, lucenti alla superficie, e contengono squamette di mica e copia di granati. I calcari constano di una alternanza continua di straterelli argillosi e calcari, non formando i primi più spesso che un sottile e lucente intonaco, mentre i secondi hanno uno spessore di circa un quarto di pollice. Presso alle rocce cristalline l'intonaco argilloso cangiasi di solito in talco ed anche in mica, e tutto il complesso della formazione è ricco di quarzo e di spato calcare diffusi nella massa sotto forma di vene, di grani e di noduli. — Sotto a questa formazione che costituisce la parte principale del terreno triasico si veggono strati di dolomia, frequenti giacimenti gessosi, e banchi di quarziti che segnano probabilmente il passaggio al terreno paleozoico.

Questi terreni disegnano nelle Alpi Pennine, Graje e Cozie due ampie zone. La zona occidentale è la continuazione di quella striscia di terreni secondari che percorre tutta la valle del Rodano e che, come già abbiam veduto, circondando il nucleo cristallino del S. Gottardo, si congiunge ai terreni secondari della Valle del Reno. — Essa potrebbe dividersi in due sezioni; la prima dal Vallese discende sino a Moustier. Le rocce triasiche vi sono assai potenti formando i grandi dirupi di Val Ferret, dell'Allée blanche, del Col de Seigne, ecc. La roccia predominante è lo scisto lucente calcareo-talcoso, mescolato a calcari cipollini, micacei, quarzosi e a depositi di gesso. — La seconda sezione incomincia al Sud di Moustier. Le rocce triasiche non hanno che un mediocre spessore, scompare il tipo dello scisto lucente che è surrogato da quarziti, gessi, carniole, scisti argillosi rossi e neri. Queste formazioni si estendono sino al Lautaret e sono coperte dai calcari liasici.

In tutta questa zona occidentale veggonsi alla base degli scisti lucenti delle puddinghe e breccie frequentissime nella Valle dell' Isère, a Moustier, a Villette, e più a Nord al Chapiu, al Col de Seigne, all'Allée blanche. Questi conglomerati triasici sono in genere meno grossolani ed eterogenei dei conglomerati liasici e nummulitici. I ciottoli e i brani angolosi constano in parte di rocce triasiche inferiori, quarziti e calcari, in parte di arenarie e di scisti paleozoici. — Ad Ovest la zona in discorso è delimitata dai grandi ammassi cristallini del Monte Bianco, di Beaufort, di Aiguebelle, ecc. Ad Est dalla zona antracitifera del S. Bernardo e dell' alta valle della Dora.

La zona orientale si insinua nel cuore delle Alpi Pennine. Gira intorno al gruppo della Dent Blanche, penetra nella Valle della Visp, passa da Zermatt e attraversando il Cervino ritorna nella Val d'Aosta per la valle di Tournanche e di S. Barthelemy. Ma prima involge in una insenatura il M. Rosa spingendo da Zermatt un ramo per Zwiscenbergen fino a Bognanco, ed un altro per la Betta di Furca fino ad Alagna.

La sezione or descritta si congiunge passando per il M. Levanna ed il M. Iseran agli scisti lucenti, calcari, talcosi del M. Cenisio, formando in tal modo un unico complesso, che è separato dalla zona antracitifera da una serie allineata di salti a Pesey, Modane, Neuvache, Briancon. Risulta da tale disposizione che la regione antracitifera segna propriamente l'asse di questa parte delle Alpi, ai cui fianchi si appoggiano le formazioni più giovani a scaglioni discendenti da un lato verso la Savoja, dall'altro verso l'Italia.

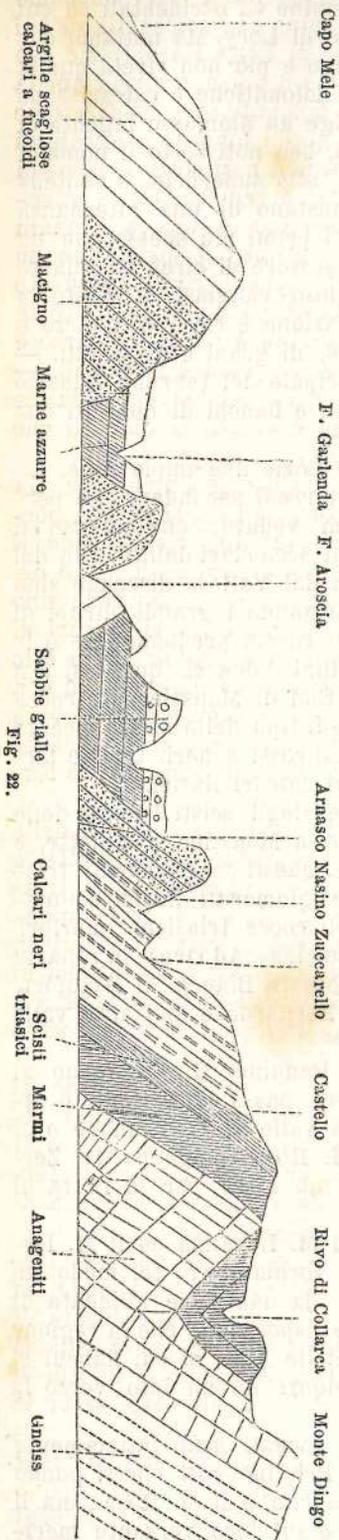
Col terreno triasico e più specialmente cogli scisti lucenti sono intimamente collegati gli scisti amfibolici e le serpentine delle Alpi Pennine così che si ponno ascrivere al medesimo terreno. Circondano la Dent Blanche e il M. Rosa, ma il massimo sviluppo trovasi appunto fra questi due nuclei e sul loro versante meridionale specialmente nelle valli Tournanche, di Gressoney, di Challant. Al Nord si

spingono fino a Bognanco e a Val d'Antrona. Gli scisti comprendono tre varietà: scisti cloritici, sono i più comuni — scisti talcosi e pietre ollari — scisti amfibolici. Questi ultimi a lor volta ponno suddividersi in scisti raggiati in cui l'amfibolo è disposto ad aghi che raggiano da un centro, in scisti amfibolici comuni ed in rocce amfibolice compatte e cristalline.

Fig. 22.

Negli scisti trovasi la serpentina o in piccoli nuclei, o a strati regolari, od in masse informi. Appare intorno alla Dent Blanche, ma la sua sede principale è la periferia del Rosa, dalla Bocchetta d'Alagna a Saas, e le valli di Bognanco e d'Antrona. Se ne vede anche un piccolo giacimento al Sud di Visp propriamente nella regione degli scisti lucenti, donde si dirige all'Est accompagnando in piccole masse la zona scistosa. Presentasi sotto due forme, massiccia e scistosa. La prima di queste forme è la più comune, la seconda si manifesta al confine fra la forma massiccia e le altre rocce. È ricchissima di minerali, vesuviana, granato, amianto, diopside, zircone, titanite, ecc.

Probabilmente l'equivalenza dei giacimenti di serpentina delle Alpi Pennine coi terreni del trias e più particolarmente cogli scisti lucenti troverà molti increduli. Eppure io credo difficile il gittare uno sguardo sulla bella carta del Gerlach e sugli spaccati che l'accompagnano senza rimaner convinti della verità di questa asserzione che rende chiara e relativamente semplice la disposizione dei terreni in questa intricatissima contrada.

Quanto alle Alpi marittime e liguri, già sappiamo come il loro nucleo cristallino sia involto da un mantello di formazioni più recenti che si uniscono per il colle della Maddalena alla zona Francese. Sembra tuttavia che i terreni triasici siano ridotti ad esigue proporzioni, mentre invece ingigantiscono i terreni cretacei e nummulitici. Sovra le anageniti e le quarziti posano strati di calcare cristallino e di marmo bardiglio che rappresentano il trias inferiore in corrispondenza di quanto vedremo nella Alpi Apuane. Sono ricoperti degli scisti lucenti, tenue avanzo del terreno del San Bernardo e del Cenisio. Questi poi sostengono dei calcari nerastri che appartengono al Giura e vengono a immediato contatto coi terreni della Creta. Riportiamo dalle memorie di Pareto tre interessanti spaccati che ci serviranno anche per lo studio delle formazioni più recenti. Il primo parte dal Capo Mele fra Albenga ed Oneglia e termina al contatto dei terreni secondari cogli scisti scistallini (fig. 22). — Il secondo taglia il M. Galet, e il Pizzo Mindin che segna il centro del nucleo cristallino delle Alpi Liguri (fig. 23). Il terzo parte dalle montagne del Gran Mondo al Nord di Mentone e passando pei colli di Brois, di Raus e di Tenda finisce alla Chiusa di Pesio sul versante settentrionale della catena (fig. 24). Questi spaccati di Pareto sono sì semplici e chiari che valgono più d'ogni descrizione a dare un concetto esatto della costruzione geologica del paese. Vi si vede a qual punto d'esiguità siano ridotti i terreni del trias, sempre però che si ammetta che la zona degli scisti

lucenti equivalga realmente al trias superiore e che lo strato calcare che posa sovra di essa rappresenti i piani del Giura. Queste determinazioni non furono fatte dal Pareto, perchè quand'egli scrivea gli orizzonti del trias e dell'infralias non erano ancora stati analizzati e fissati come or lo sono. Ma io credo che ormai appoggiandoci ai nuovi termini di confronto e ai nuovi criterj scoperti, possiamo proporle senza tema di errar gran fatto.

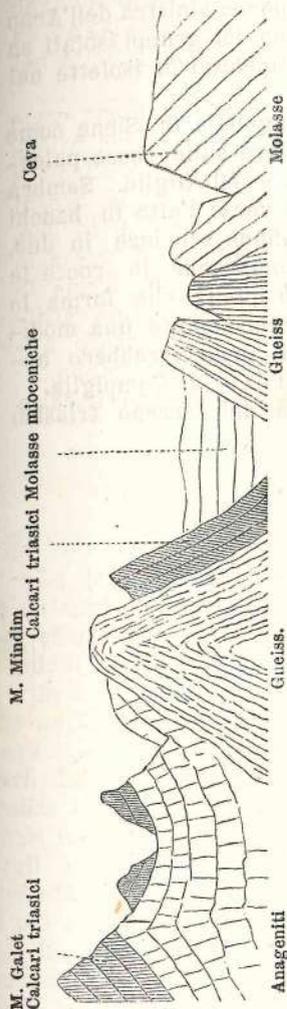



Fig. 23.

Essendo evidente che per trovare la traccia dei terreni triasici dobbiamo esaminare il perimetro dei nuclei paleozoici, è facile il prevedere che dalle Alpi Liguri noi dovremo balzare alle Alpi Apuane, lasciando da un canto la catena dell'Apennino ligure che consta di più recenti formazioni. Ed infatti il terreno triasico ci si rivela primieramente nelle montagne del Golfo della Spezia eccellentemente studiate dal Capellini. Vi appare sotto la forma di conglomerati, quarziti e calcari cavernosi i quali ultimi sostengono direttamente il piano dell'infralias. Si svolge lungo il mare dalla punta di S. Teresa alla baja di S. Caterina e intorno al golfo di Lerici.

Nelle Alpi Apuane, nei M. Pisani, e in quelle parti dell'Apennino che li avvicinano i terreni triasici sono rappresentati dal basso all'alto da quarziti, calcari cristallini, calcari cavernosi e da lumachelle a *Chemnitzia, Natica, Avicula ;* quest'ultima però limitata ai M. Pisani.

Le profonde mutazioni introdotte dal Cocchi nella stratigrafia di questa regione hanno naturalmente intaccata anche la determinazione dei terreni triasici. Noi ci atteniamo strettamente a quanto è da lui esposto, appunto come abbiam fatto pei terreni paleozoici. Nel cuore dell'Apennino il calcare cavernoso affiora sotto agli strati del macigno nella località di Mommio e di Camporaghena dove è parzialmente trasformato in gesso. L'affioramento del trias dipende dalla vicinanza delle Alpi Apuane e ci insegna come l'ossatura dell'Apennino ne sia in parte formata e come esso sostenga talvolta direttamente le rocce dell'eocene. A Corfino occupa la parte la più profonda della serie. Lungo il versante occidentale dei M. Apuani si mostra assai potente nei dintorni di Massa e nei M. di Porta. È interrotto

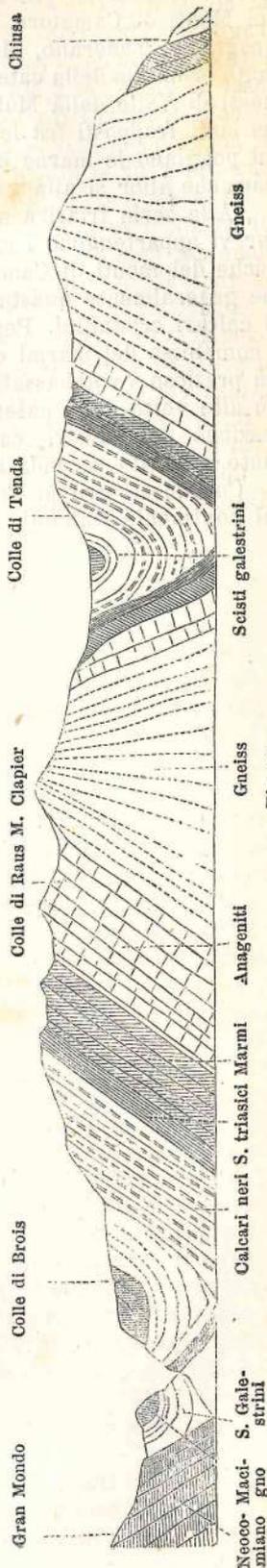



Fig. 24.

là dove sbocca nel piano la Valle della Versilia per ricomparire in Val Castello e nei Monti di Camaiore. Al Nord di Massa lo si ritrova sotto all'infralias nei M. di Gragnano, Tenerano, Monzone, e in quelli di Vagli, Careggine, Corsigliano sul versante orientale della catena. Nei M. Pisani il calcare cavernoso forma i grandi ammassi di Valle della Mulina e di Rigoli, e ricompare sulla sponda sinistra dell'Arno nei colli frapposti fra le valli dell'Elsa e dell'Era dove forma dei gruppi isolati su cui poggiano le marne e le argille del Pliocene. Era un arcipelago di isolette nel mare che allor si allargava in questa parte di Toscana.

Alla serie triasica appartiene almeno in parte la Montagnuola di Siena come pur vi appartengono i calcari cavernosi che vedemmo poggiare sulle rocce paleozoiche dei monti di Campiglia, di Grosseto e dell'isola d'Elba e del Giglio. Sembra che generalmente questa zona di calcari toscani si tramuti verso l'alto in banchi di calcari cristallini. Pertanto il Cocchi potè nelle Alpi Apuane scindere in due, il complesso dei marmi e mentre una parte, ed è quella che comprende le rocce le più preziose va abbassata nella serie paleozoica, l'altra ed è quella che forma le più alte vette della catena, appartiene al trias ed è più precisamente una modificazione del calcare cavernoso. I marmi dei monti Pisani apparterrebbero appunto a questa seconda zona come pur quelli della Montagnuola e di Campiglia.

Con questi gruppi Toscani scompare ogni traccia precisa del terreno triasico sul continente italiano.

TERRENO INFRALIASICO

La determinazione del terreno infraliasico, così potente nelle valli di Lombardia, fu un fatto di capitale importanza nella storia della nostra stratigrafia, poichè ebbe per effetto la precisa e chiara separazione dei terreni del trias da quelli del Giura e quindi l' esatto riconoscimento degli uni e degli altri.

In Lombardia dove si rivela colla massima potenza, fu studiato dallo Stoppani che ne fece una ammirabile monografia. Egli lo divide in tre piani; inferiormente degli scisti neri, superiormente una zona di dolomia ed in mezzo una zona di calcari. Le due formazioni degli scisti e dei calcari rappresenterebbero insieme l'infralias inferiore e porgono una messe abbondantissima di fossili in cui si nota la quasi completa assenza dei Cefalopodi, la scarsità dei Gasteropodi, e il predominio degli Acefali. Negli ultimi va particolarmente menzionata una conchigliuzza, la *Avicula contorta*, la quale si ritrova nell'infralias di tutta l' Europa ed è quindi il più sicuro contrassegno per la determinazione di questo terreno.

La zona calcare fu detta da Stoppani, zona a *Terebratula gregaria* per il predominio che vi si osserva di questa specie, e il piano degli scisti, zona a *Bactryllium striolatum* per la presenza di questa diatomea che ricopre colla congerie dei suoi avanzi le superfici scistose. Fra il piano calcare e la zona dolomitica corre per quasi tutta la regione occupata dall'infralias un banco colossale di coralli in cui si intrecciano varie specie e che cingeva con una immane barriera le terre già emerse al Nord, in quel modo appunto con cui or sono ricinte l'Australia e tante isole dell'Oceano Pacifico. La zona dolomitica che rappresenta l' infralias superiore non contiene in fatto di fossili che una grandissima bivalve assai frequente nelle regioni occidentali di Lombardia, sulle sponde del lago di Como. Questo fossile interessante fu studiato dallo Stoppani che gli diede il nome di *Conchodon infraliasicus*, e che seppe per il primo distinguerlo dall' altra grande Bivalva che sotto il nome di *Megalodon* caratterizza la dolomia triasica. È facile l'immaginare quale impaccio dovesse recare nella determinazione dei terreni questa confusione di due fossili che pure appartengono ad epoche diverse e sono genericamente distinti a quanto per tal modo riescissero preziosi gli studi dello Stoppani che riordinavano l'arruffata matassa.

Se l' infralias esiste nel Veneto lo si deve riconoscere nei banchi di calcari e di dolomie che incombono alle rocce triasiche, ma sembra sia estremamente difficile il

distinguernelo, mancando delle forme litologiche che gli sono proprie altrove, nè presentando i suoi fossili caratteristici.

All'estremità orientale di Lombardia, il terreno infraliasico compare sulla sponda destra del lago di Garda nella valle di S. Michele, fra Gargnano e Limone, come pure presso il lago di Ledro. Da queste località esso deve col complesso di tutte le formazioni dirigersi a Sud, ma sulla sua presenza in questa regione mancano le notizie. Lo si vede assai potente e ricco di fossili a Caino dove si appoggia a quel banco di dolomia di cui conosciamo la ricchezza in gigantesche bivalvi. Da Caino si innalza a Nord. Lo si ritrova a Valgobbia alle falde del S. Emiliano, indi lungo il lago d'Iseo a Marone. Sulla sponda occidentale si presenta in due località, a Riva di Solto ed a Predore, disegnando una sinclinale su cui posano formazioni più recenti. Le due zone che ne risultano si mantengono distinte nella Valle Cavallina che attraversano l'una passando per Piangaiano e costeggiando a Sud il bacino di Leffe e di Gandino, l'altra per Adrara e il piede settentrionale del M. Misma. Si riuniscono quindi in Valle Seriana, colmano la Val Vertova e scendono in Valle Brembana. Qui l'infralias occupa il tratto che corre fra lo sbocco della valle Brembilla e S. Pellegrino. Poi si avanza aumentando di potenza: le valli Brembilla, Imagna e Taleggio sono colmate dagli scisti a *Bactryllium*. Costeggiando a Sud la gran catena dolomitica del Resegone e delle Grigne passa nei dintorni di Lecco a Erve, a Maggianico a Belledo, indi sulla destra dell'Adda alle falde del M. Baro dove trovasi la località dell'Azzarola, celebre pe' suoi petrefatti. Si dirige a Nord, attraversa i corni di Canzo, segue la sponda occidentale del lago di Lecco occupando a Onno, a Barni, a Vossena, e Limonta le depressioni e le piccole sinclinali della dolomia media che forma la base della scogliera, occupa la valle del Perlo e tocca Bellagio nei cui dintorni è assai frequente il *Conchodon*; attraversa il lago, orla il M. Galbiga che contiene il sasso degli Stampi; così ha nome una lastra calcare su cui si ammucchiano le impronte di quella gigantesca bivalve, si mostra a Bene, nella valle di Menaggio, donde si spinge a riempire la Val Solda sul lago di Lugano, lo attraversa e ricompare cogli scisti fra Campione ed Arogno. Ma qui devesi notare che per la mancanza di fossili riesce impossibile di separare i calcari dell'infralias da quelli del sovrapposto lias, per cui il solo criterio per giudicare della presenza di quel terreno è l'esistenza degli scisti e la loro evidente continuità coi terreni fossiliferi dei laghi di Como e di Lecco. Anzi le nostre osservazioni personali ci inducono nella persuasione che i calcari, i quali formano le pareti occidentali dei monti Schighignola e Generoso appartengono al piano dell'infralias. In tutti i modi gli scisti neri ricompaiono nella penisola di Brusino fra i monti di Saltrio e di Viggiù e il dolomitico S. Martino di Riva; nei dintorni di Besano contengono una fauna ittiolitica ancor poco studiata e resti di Ittiosauri; si dirigono ad Ovest per Arcisate, il M. Martica e la vetta della Madonna del Monte dove sono accompagnati da una formazione marnosa-calcare rossa e verdastra che per le sue analogie litologiche potrebbe indurre in errore ed accennare ad epoca diversa, ma il livello stratigrafico evidente in questa località come pure più all'Est, sul versante occidentale dei monti fra Induno ed Arcisate dove la medesima formazione si ripete, toglie ogni dubbio che abbiamo in essa una roccia infraliasica interstratificata fra il lias inferiore e gli scisti neri. Questi si riveggono in altra località più settentrionale presso Ghirla in forza di quella anticlinale spezzata che abbiamo altrove descritta, e le due zone si vanno a congiungere nei dintorni di Rancio in Val Cuvia. All'Ovest di questa valle si perde la traccia degli scisti neri. Il gruppo di monti che trovasi fra Germignaga, Laveno e Cuvio consta di calcari in gran parte liasici; sebbene non sia improbabile che alla base vengano sostenuti da formazioni dell'infralias.

All'Ovest del lago Maggiore il terreno infraliasico è scomparso affatto. Nelle Alpi Pennine ed Occidentali dove vedemmo rappresentati alcuni piani del trias, questi o costituiscono il terreno più recente che esiste in quella località, o vengono ad immediato contatto con formazioni prettamente giuresi. L'infralias ricompare in Savoia presso Brides, Vallorsiere, dove presenta i suoi fossili caratteristici e sostiene

i calcari del lias. Nelle Alpi Marittime e liguri si scorge quasi sempre interposto fra le formazioni che ascrivemmo al trias e il terreno della creta un calcare nerastro più o meno potente. In questo calcare che è considerato come un equivalente dei piani Giuresi potrebb'essere compreso anche il terreno infraliasico, ma mancando ogni criterio preciso e sicuro è vano non solo ma anche dannoso il perdersi in determinazioni e distinzioni affatto arbitrarie.

L'infralias ricompare assai potente sulla spiaggia del Golfo della Spezia. Venne eccellentemente studiato e descritto dal Capellini. Gli strati di cui consta si svolgono in ambedue le catene, l'orientale e l'occidentale, che cingono il golfo. Se non

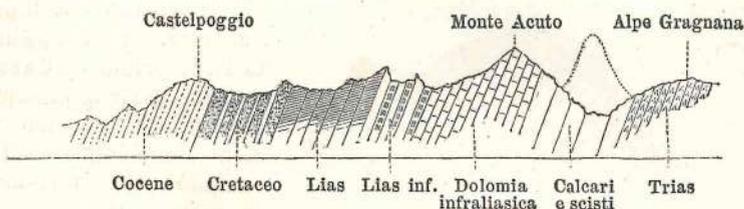



Fig. 25.

che nella prima il complesso dei terreni ha la sua normale inclinazione e i piani infraliasici affiorano sotto ai calcari del lias, mentre invece nella seconda l'inclinazione è rovesciata in modo che quelli riposano su questi. Un tal fatto ha reso assai confusa la stratigrafia dei terreni del golfo. Il Pilla per il primo aveva intravveduto il rovesciamento e quindi compreso la serie reale dei terreni, ma le sue osservazioni non appoggiate al criterio dei fossili non poteano condurre a quei precisi risultati che poi furono raggiunti dal Capellini. La serie infraliasica consta dall'alto

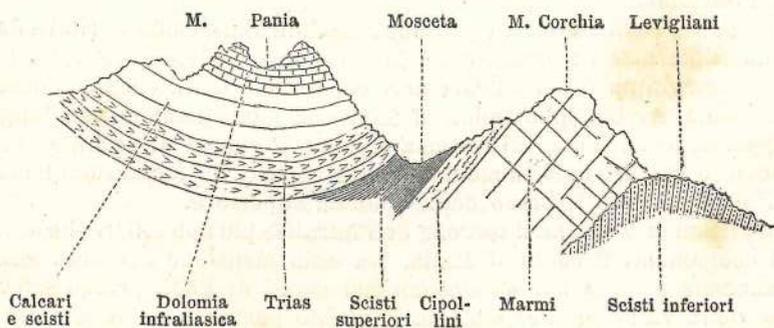



Fig. 26.

al basso primieramente di un calcare dolomitico, compatto, bianco e roseo il quale fa passaggio inferiormente al così detto marmo Portoro che è una roccia risultante dall'impasto di strati calcari con strati argillo-ferruginosi. Questo marmo non trovasi in banchi continui, ma forma delle amigdali incluse nei banchi più profondi del calcare dolomitico. Succede al marmo Portoro un complesso di calcari e di scisti ricchissimi di tutta la fauna caratteristica dell'infralias, principalmente nelle isole del Tino, Tinetto, Palmaria, nelle località di Grotta Arpaia, Castellana, Coregna, Parodi nella catena occidentale, e in quella di Capo Corvo nella catena orientale dove vedonsi delle lumachelle costituite per la massima parte dalla *Cardita munita.* Inferiormente a questo complesso osservansi altri strati a *Bactryllium. Plicatula Mortilleti* e *Myacites Fabœ,* i quali corrispondono rigorosamente al piano degli scisti neri di Lombardia.

Nelle Alpi Apuane che sono geologicamente la continuazione delle montagne della Spezia, l'infralias forma una zona che corre lungo i fianchi della catena elevandosi talvolta alle massime altezze e rivelando quasi sempre la medesima serie, cioè, dolomie superiormente, calcari neri assai fossiliferi e scisti a *Bactryllium* Da Castel Poggio si dirige a Sud-Ovest verso Carrara. Questa città è costrutta appunto

sugli strati assai raddrizzati dell'infralias che però quasi sempre si cela sotto alla congeria alluvionale che vi si adagia sopra.

Avanzando verso Massa vedesi l'infralias sprofondarsi sotto le formazioni dell' eocene, finchè scompare intieramente nei dintorni appunto di quella città.

Quando parlammo dei terreni paleozoici abbiam riportato dal Cocchi uno spaccato che mostra nel modo il più evidente la parte rappresentata dall'infralias nella costruzione di queste montagne, ed i rapporti in cui trovasi col sottoposto calcare del trias. Or ne aggiungiamo due altri. Il primo da Castelpoggio va all'Alpe di Gragnana passando per M. Acuto; il secondo taglia i due monti della Pania e di Corchia rivelando tutta intera la successione dei terreni dalla dolomia infraliasica agli scisti cristallini (fig. 25 e 26). Nè meno importante è lo spaccato del Sasso rosso presso l'Alpe di Corfino (fig. 27), località questa già studiata dal Pareto che collocava nel trias anche quei calcari e quegli scisti che or non solo le analogie litologiche ed il livello, ma anche il criterio infallibile dei fossili risollevano nell'infralias.

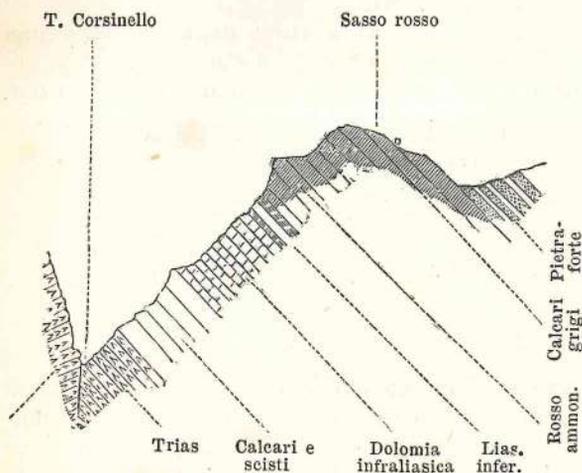



Fig. 27.

Anche nei monti Pisani notasi la presenza dell'infralias, come si rileva dallo spaccato che va da Ripafratta al monte della Molina, dove vedesi il contatto immediato degli scisti a Bactryllium e dei calcari neri coi terreni della creta, mancando tutta la serie intermedia. Accenniamo infine al Monte di Monsummano non lungi da Firenze che appartiene anch'esso al sistema Apuano e consta di scisti, di calcari con marmo Portoro, e calcari neri immediatamente coperti da formazioni ammonitifere senza che vi sia frapposto il piano della dolomia superiore.

Sembra che al Sud di Toscana il terreno dell'infralias più non affiori che scarsamente fra i terreni componenti il suolo d' Italia. La sola menzione che troviamo fatta è quella di lumachelle e calcari a *Conchodon* nei monti di Eboli presso Salerno, e più precisamente nella valle del Perpezzano. È questo pertanto un' eccellente località che ci potrebbe rivelare la serie completa dei terreni dell' Apennino meridionale. Ma lo studio è ancora a farsi. Parleremo più avanti degli studi del Seguenza sui terreni infraliasici dell'isola di Sicilia.

TERRENI GIURESI

L'esatta cognizione dei terreni Giuresi nelle Alpi e nell'Apennino fece in questi ultimi anni rapidi progressi mercè i lavori di Benecke e di Zittel fra i tedeschi, di Cocchi, di Meneghini, di Capellini, di Gemellaro fra i nostri. Il primo ha descritto fino ai più minuti dettagli la regione così interessante dei dintorni del Garda, il secondo ricalcò le traccie già battute da quei due veterani della geologia italiana, lo Spada e l'Orsini, ampliando e rettificando l'opera loro; il Capellini ed il Cocchi illustrarono i dintorni della Spezia e la Toscana, il Gemellaro i dintorni di Palermo, mentre il Meneghini co' suoi profondi studj paleontologici precisò gli orizzonti delle varie regioni.

La serie Giurese in Italia si riduce ai seguenti piani.

I. Lias inferiore — Calcari e marmi a *Posydonomia Janus*, *Ammonites Coregnensis*, *A. cylindricus*, *A. comptus*, *Griphea arcuata*, ecc.

II. Lias medio — Calcari grigi e rossi ad *Ammonites bosciensis*, *A. Taylori* *A. Margaritatus*, *Terebratula Aspasia*, ecc.

III. Lias superiore o rosso Ammonitico. È questo un prezioso orizzonte litologico e paleontologico delle Alpi Lombarde e dell'Apennino. Contiene una numerosa e caratteristica fauna di cefalopodi, *Ammonites bifrons*, *A. complanatus*, *A. Comensis*, *A. Serpentinus*, ecc. Fra i brachiopodi notiamo la *Terebratula Erbensis*, *T. Rotzoana*, *T. Renieri*. Lo Zittel ascrive a questo piano anche un calcare grigio che trovasi assai potente nelle alpi Venete alla base delle formazioni Giuresi, calcare che il Benecke innalza fino alla oolite inferiore e il De Zigno alla oolite superiore. Il Benecke nella sua determinazione si appoggia alla presenza nel calcare di una Terebratula a cui egli applica il nome della *T. fimbria*. Or quest'ultima trovasi in Inghilterra appunto in una delle zone in cui va divisa l'oolite inferiore. Se non che ciò sarebbe basato sul falso, secondo l'opinione autorevole dello Zittel, il quale apertamente dichiara che il Benecke errò nello stabilire l'identità fra la Terebratula tirolese e la Terebratula d'Inghilterra. La prima, come anche la *T. Fimbriæformis* di Schauroth che pur si presenta nel calcare, non sono che forme della *T. Renieri* di Catullo la quale è caratteristica del lias superiore e quindi la sua presenza farebbe del calcare grigio, così potente alla base dei monti Tirolesi e Veneti l'equivalente del rosso Ammonitico di Lombardia. Ciò sarebbe pur confermato dal fatto che fra le altre specie vi si trova anche la *T. Rotzoana*, la quale è una specie caratteristica di quel piano nell'Italia superiore e centrale. Siamo entrati nei dettagli di questa discussione perchè essendo il calcare grigio sincronizzato dallo Zittel, dal Benecke, e dal De Zigno co'certi strati a fossili vegetali non radi nel Veneto, e ai quali appartengono i celebri giacimenti

di Rotzo, ne viene che la flora di questa località che il De Zigno volea equivalente a quella di Scarborough in Inghilterra che cade nella grande Oolite, discenderebbe secondo il Benecke fino al livello del Dogger inferiore, e secondo lo Zittel ancor più basso al livello del lias superiore.

Dobbiamo però dire che il De Zigno non si arrende alle ragioni dei due geologi tedeschi e mantiene le proprie asserzioni appoggiandosi principalmente ai criterj paleofitologici.

IV. Dogger, sotto il qual nome i geologi tedeschi comprendono l'oolite inferiore e il piano Bathoniano del D' Orbigny — Calcari marnosi ad *Ammonites fallax, A. scissus, A. Murchisonæ*. Calcari a *Rynchonella bilobata* e *Posydonomia Alpina*.

V. Kimmeridgiano — Calcari ed *Ammonites acanthicus*, *A. eurystomus*, *A. compsus*, *A. Strombecki*.

VI. Titonico — marmi, majoliche rosse e bianche, calcari rossi ad *Aptycus punctatus, latus*, ecc. *Ammonites ptychoicus*, *Ammonites contiguus*, *A. bispinosus*, *A. hybonotus*. Notiamo fra i brachiopodi la *Terebratula dyphia* e la *T. triangula*.

Questa serie risulta dalla comparazione dei terreni nei dintorni del Garda, in Lombardia, in Toscana e nell'Italia centrale: dà quindi profilo abbastanza esatto delle formazioni giuresi in Italia. Ma non v'ha presa in modo troppo assoluto quasi fosse del tutto escluso in ogni parte d'Italia qualsiasi altro rappresentante dei terreni Giuresi. Non tutte le regioni vennero frugate colla cura e nel dettaglio con cui si studiarono quelle privilegiate provincie. Non è quindi tanto difficile che ulteriori ricerche diano una nuova messe di fatti e costringano a modificare le linee dell'abbozzo ormai tracciato. Ciò che or ora accenneremo del Giura friulano sarà la conferma di quanto diciamo.

Sulla linea delle prealpi che corre dal Friuli orientale al lago di Garda i terreni Giuresi appaiono in tre nuclei principali.

Il primo di questi costituisce il gruppo di montagne al Nord di Belluno ed è tagliato dal fiume Piave. Quei terreni si protendono all'Est con una stretta zona che va a toccare i dintorni di Gemona e le sponde dell' Isonzo. Ad Ovest si insinuano in Val Sugana, donde si congiungono a quelli del secondo gruppo o dei monti dei Sette Comuni al Nord di Bassano, e questi a lor volta per mezzo dei calcari di Roveredo si uniscono alle formazioni giuresi del lago di Garda e dei monti Lessini.

Nella parte occidentale del Friuli, nei monti che stanno al Sud di Claut e di Cimolais vedesi superiormente alla dolomia triasica un calcare a struttura oolitica intimamente collegato presso Erte a un altro calcare di poca potenza in cui rinvengonsi impronte di Ammoniti e che è discordante colla sottoposta dolomia. Tutti i monti che trovansi fra il Celline ed il Meduna constano appunto di calcari oolitici, ma questi poi si svolgono ancor più potenti all'Ovest della valle del Celline e formano quasi tutte le montagne fra questo torrente e il Piave. All'Est nella regione fra il Meduna ed il Tagliamento veggonsi dei brani di un calcare rosso ad Ammoniti, e sulla sinistra del Tagliamento nel monte Chiampon presso Ospedaletto havvi una breccia calcare con impronta di *Ammonites bifrons*. Qui dunque abbiamo un orizzonte definito: è il lias superiore. Presso Gemona sovra quest' ultima formazione posa un altro calcare compatto grigiastro, della potenza di più che cento metri. Negli strati più alti contiene molti resti di Gasteropodi e di polipaj. Questo medesimo calcare ritrovasi nei dintorni di Dardago, Coltura e Polcenigo, dove giace sovra banchi di arenarie che contengono gran copia di fossili e specialmente di Nerinee. Le poche specie determinate spettano a forme giuresi, e il Pirona considera questi varj terreni quale rappresentanti dei piani più alti dell' oolite media, e in particolar modo del calcare a Nerinee o Coral-rag.

Volendo or dare un' idea completa delle interessanti formazioni del Veneto e del Tirolo ci è forza entrare in dettagliate descrizioni. Ripercorreremo la seria giurese quale si palesa in queste località e daremo alcuni fra i più importanti spaccati prendendo a guida l'eccellente lavoro del Benecke.

Alla base dei terreni giuresi su tutta la linea di quelle prealpi esiste un cal-

care assai potente, grigio, talvolta oolitico il quale contiene quella terebratula che sappiamo argomento di dispute fra lo Zittel ed il Benecke. Secondo l'uno avremmo nel calcare un piano della oolite inferiore, avremmo invece secondo l'altro il lias superiore. Comunque sia è in questa formazione che sul M. Spitz presso Rotzo, trovaronsi le celebri impronte vegetali studiate dal De Zigno. Questa flora giurese trovasi ripetuta con molte identiche specie a S. Bartolomeo presso Selva di Progno nel Veronese ed anche altrove. Consta in gran parte di forme appartenenti ai generi *Equisetitis*, *Sagenopteris*, *Cycadites*, *Zamites*, *Otozamites*, *Brachyphyllum*, *Araucarites*.

Sul carcare grigio posano gli strati a *Rhynconella bilobata*, ossia Dogger inferiore, i quali sostengono un calcare cristallino rossastro rappresentante il Dogger superiore. È assai fossilifero e può eguagliarsi con altre formazioni al Nord delle Alpi. Le specie che stabiliscono più chiaramente questa equivalenza sono: *Ammonites rectelobatus*. Hau, *A. Kudernatschi*. Hau, *A. tripartitus*. Rasp, *Ancyloceras annulatum*. Desh, *Terebratula bivallata*. Delsgh. Il fossile che vi si trova diffuso in maggior copia è la *Posidonomia alpina*. Gras, per la quale il calcare talvolta si trasforma in lumachella. Vi si veggono pure denti di Picnodonti. Comuni in tutta la formazione la *Terebratula curviconcha*. Opp. e la *Rhynconella Brentoniaca*. Opp. È a notarsi la grande estensione di questo piano non solo nelle prealpi del Veneto ma anche al Nord delle Alpi, dove a Klaus presso Halstatt, e nel Cantone di Glarus si ha la più esatta corrispondenza di specie, prova certa dell'unità del mare in cui prosperavano.

Sovra gli strati a Posidonomie giace una formazione calcare colorata in rosso. La sua determinazione stratigrafica assai combattuta è resa ancor più difficile dalla presenza nelle prealpi Lombarde di un calcare litologicamente analogo a quello del Veneto, il quale per le specie de' suoi Cefalopodi è da tutti ascritto al lias superiore. Era naturale di cader nell' errore di stabilire l' identità di epoca fra le due formazioni Veneta e Lombarda. Ma lo studio dei fossili, iniziato dal Catullo e proseguito dal De Zigno e dai geologi tedeschi ha posto in luce la differenza esistente fra i due depositi e fece rialzar di molto nelle serie il calcare del Veneto in confronto al calcare lombardo.

Questa formazione è divisa da Benecke in due zone. La prima è quella dell'*Ammonites acanthicus*. Si distingue chiaramente dal sottoposto calcare a Posidonomie per l'assenza dei brachiopodi, e per la sua ricca fauna di cefalopodi. Sembra che alcuni fra questi trovansi anche nella zona superiore che ora accenneremo, ma appartenendo essi per la massima parte al gruppo degli Eterofillidi, la cui determinazione è sempre assai difficile, è d'uopo andar cauti nell'asserire quel fatto. Intanto quattro specie esclusive alla zona che descriviamo sono le seguenti: *Ammonites acanthicus*. Opp.; *A. Uhlandi*. Opp.; *A. polyolcus*. Benek; *A. Eurystomus*. Benk. — Le due prime specie e gli altri Ammoniti, *compsus* Opp., *Strombecki*, Opp. *Rupellensis*, d'Orb, *Achilles* d'Orb, trovansi anche nel Giura transalpino e caratterizzano il piano kimmeridgiano, d'onde risulta evidente la determinazione della nostra zona veneta.

Sopra gli strati ed *Ammonites acanthicus* riposa un calcare assai fossilifero che contiene quale specie più caratteristica la *Terebratula dyphia*. Questo fossile è estremamente importante per essere comune anche al Nord delle Alpi, ma la sua esistenza non fu limitata all'epoca che or descriviamo, poichè nelle prealpi esso si trova, sebbene di rado, anche nel biancone, che pur costituisce un terreno indubbiamente cretaceo, e così pure in Francia è segnalata sotto il nome di *T. diphyoides* nel Neocomiano. Ed alcuni degli Ammoniti mostrano somma analogia con specie cretacee. In questo stato di cose, riesce preziosa la presenza in questo terreno di due Ammoniti, l'*A. lithographicus* e l'*A. hybonotus*. Opp., i quali non sono meno diffusi della *T. dyphia* ma limitati dovunque ad una zona giurese, tolgono ogni dubbio sulla determinazione del terreno in discorso. Trovansi principalmente negli scisti di Solenhofen in Germania, e negli strati di Purbeck in Inghilterra; secondo Benecke sono propri anch'essi al piano kimmeridgiano a cui appunto devono riferirsi quelle due formazioni transalpine.

Lo Zittel si accorda perfettamente col Benecke circa il livello della formazione a *T. dyphia*, se non che egli opina che il piano kimmeridgiano si chiuda colla zona *Ammonites acanthicus* e colloca i calcari a *T. dyphia* nel piano Titonico, che è quel piano che nell'Europa Alpina e media si frappone fra il Giura e la creta, compendiando in sè i due piani di Purbeck e di Wealden e colmando quindi il vano profondo che nell'Europa settentrionale esiste fra quelle due formazioni.

Questi terreni del Giura occupano nel Tirolo meridionale il fondo della sinclinale formata dalle rocce triasiche fra i porfidi di Bolzano e i micascisti di Valsugana da un lato, i micascisti dell'alto Adige e i graniti dell'Adamello dall'altro. Pertanto sono squarciati dalla spaccatura longitudinale in cui giace il lago di Garda ad ovest del quale predominano i piani del lias a detrimento delle formazioni prettamente giuresi, all'est si allargano nei due gruppi potenti dei monti Lessini e dei sette Comuni. Per dare un'idea della disposizione di questi terreni sulle sponde del Garda riportiamo da Benecke uno spaccato che corre dalla sponda dell'Adige fino alla vetta del M. Altissimo di Nago sulla sponda orientale del lago (fig. 28).

La base della montagna è formata da un'alternanza di calcari molli e scistosi e di calcari compatti talvolta a struttura oolitica, il tutto di colore grigiastro: i fossili vi si trovano assai numerosi ma difficilmente determinabili. Sono esclusivamente bivalvi e predominanti le terebratule fra le quali la *T. fimbria*, o *Renieri*, secondo Zittel, e la *Rotzoana*. Continuando l'ascesa si scorge giacente sulla massa calcare una roccia chiara giallastra o cristallina la quale contiene numerosi encrini e Rinconelle, fra cui la caratteristica *R. bilobata*. Succedono quindi degli strati di un calcare bruno che rappresentano l'orizzonte del Dogger superiore, o strati a Posidonomie. Qui contengono la *Terebratula curviconcha*, un banco di encrini che dev'esser tenuto distinto dall'altro più basso che trovammo colla *R. bilobata*, e numerosi denti di Picnodonti. In altra località, questi medesimi strati contengono in gran copia la *Posidonomia alpina*, ed oltre la *T. curviconcha* anche le terebratule *Brentoniaca* e *Gefion*: quest'ultima ammucchiata in modo da costituire un conglomerato di brachiopodi.

Sopra questi strati riposano dei calcari rossi i quali in parte omogenei, in parte attraversati da vene di strato calcare costituiscono i marmi i più variati, molto adoperati quali materiali di costruzione. Questo terreno è assai interessante per la sua ricchezza in cefalopodi. Va diviso, come già sappiamo, in due zone, la prima caratterizzata dall'*Ammonites acanthicus*, la seconda dalla *Terebratula dyphia*. Nel punto a cui siamo arrivati collo spaccato trovansi determinabili secondo Benecke i seguenti Ammoniti, *ptychoicus*, *geminus*, *Volanensis*, e le terebratule *dyphia* e *triquetra*.

Succedono a questa formazione i terreni cretacei del biancone e della scaglia e quindi assai potenti i calcari nummulitici. Procedendo verso Brentonico si scende in una valletta occupata dal basalte, il quale si è evidentemente injettato in tutto il complesso delle formazioni squarciate. Infatti dall'altro lato della depressione ricompare il nummulitico che si getta contro una parete di calcare grigio a *T. Rotzoana*. È qui dunque manifesta l'esistenza di un salto che si collega ai disturbi prodotti dalla comparsa del basalte. Sopra il calcare grigio posano gli strati a *R. bilobata* e quelli a *Posidonomie* con grande quantità di brachiopodi; succede il calcare ammonitico, nei cui strati inferiori raccolgonsi gli Ammoniti, *acanthicus*, *Uhlandi*, *compsus*, *Rupellensis*, *polyolcus*, mentre negli strati superiori predomina il *ptychoicus*. L'altura su cui giace il castello di Brentonico consta di biancone e di scaglia, quest'ultima a *Stenonia tuberculata*. L'altipiano che si stende fra Brentonico e la parete estrema del M. Nago consta di basalte su cui giacciono alcuni lembi di formazioni sedimentari. La parete del M. Nago ci offre di nuovo la successione di tutti i terreni dal calcare grigio al nummulitico. Ricchissimo di Ammoniti è lo strato a *T. dyphia*; vi si raccolgono fra gli altri gli Ammoniti *ptychoicus* *geminus*, *biruncinatus*, *Volanensis*, *Zignodianus*. Nel biancone si trova l'*Ammonites Asterianus*.

Assai interessante per il confronto colla serie ora esposta è il profilo della re-

gione frapposta fra Garda e Torri all'estremità meridionale del lago. Presso S. Vigilio si scorge una formazione oolitica grigia e rossa che contiene numerose Belemniti e gli Ammoniti, *Murchisonæ*, *scissus*, *ophioneus*, *fallax*, *gonionotus*. Il primo comune anche in Inghilterra caratterizza l'oolite superiore e quindi il Dogger, gli

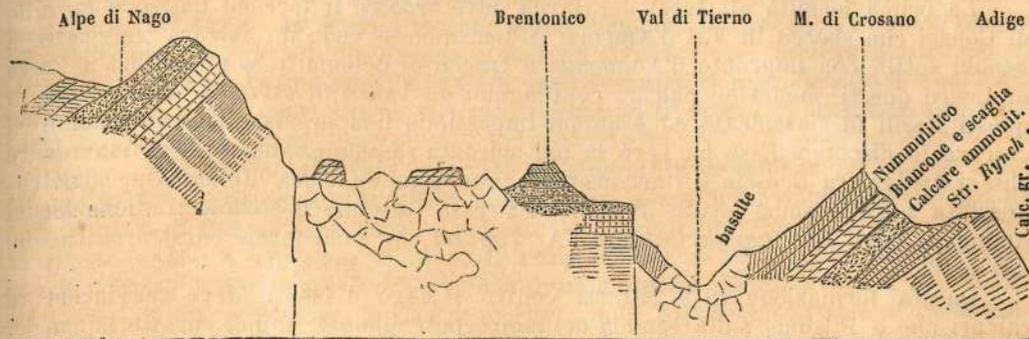



Fig. 28.

altri sono specie del tutto nuove. Succede a questa formazione una lumachella a Posidonomie, a mezza strada fra S. Vigilio e Torri, quindi una zona ad *Am. acanthicus* e finalmente presso Torri una zona a *T. dyphia* ed *Am. ptychoicus*.

L'oolite ammonitifera di S. Vigilio costituisce un deposito strettamente localizzato. Segna l'abitazione di una colonia di cefalopodi sul fondo di quel mare in cui prosperava largamente diffusa la *Rynchonella bilobata*, colonia che per le condizioni del fondo e delle acque fu tenuta prigioniera in quel piccolo spazio.

Importantissimi a studiarsi sono anche i dintorni di Roveredo, poichè vi troviamo chiaramente esposti i rapporti fra la serie ora descritta e la sottoposta dolomia. Il pendio settentrionale del M. Zara fra l'Adige e la Val Arsa consta presso Roveredo della zona a *Posidonomia alpina*. Vi si raccolgono oltre a questo fossile e alle solite Terebratule gli Ammoniti, *rectelobatus*, *tripartitus*, *subradiatus*, *Brongniarti* e denti di picnodonti. Questo terreno lo si vede coperto, salendo più in alto, dalla zona ad *Am. acantichus*, mentre gli succedono in basso gli strati a *R. bilobata* e i calcari grigi. Consta di questi l'enorme frana che è conosciuta sotto il nome di Lavini di Marco e che ha fornito a Dante la celebre similitudine.

Qual'è quella ruina che nel fianco
Di quà da Trento l'Adige percosse
. . . .

Verso il fondo della valle si osserva un evidentissimo cangiamento nella fisionomia della roccia; invece del calcare stratificato si presenta una massa di dolomia compatta, potente, bianca e rosata. Contiene pochi petrefatti, ma l'*Avicula exilis* basta a dinotare in essa la dolomia del trias.

Questa serie si ripete identica in tutti i dintorni di Roveredo e in generale dovunque trovansi terreni giuresi. Notiamo specialmente le vicinanze di Nomi e di Volano perchè negli strati del calcare grigio ritrovansi in queste due località delle impronte vegetali che hanno la massima analogia con quelle che appartengono alla flora di Rotzo. Presso Volano il calcare a *diphya* contiene i due interessanti Ammoniti, *hybonotus* e *lithographicus*.

Dei terreni giuresi sono presenti in Lombardia il lias inferiore assai potente nella regione occidentale, il lias medio all'estremità orientale, e il lias superiore che sotto il nome di rosso ammonitico attraversa tutta intiera la provincia. Dal lias superiore si balza al piano titonico rappresentato da calcari e majoliche a selce contenenti gli Aptichi *latus*, *lamellosus*, e le Terebratule *dyphia* e *triangulus*. Vanno tenute ben distinte dalle majoliche superiori ad *Apticus Diday* che già ap-

partengono al Neocomiano. Dobbiamo però dire che le osservazioni compiute sui terreni giuresi di Lombardia per opera specialmente di Hauer, Stoppani, Omboni, Mortillet, risalgono ad una diecina di anni e dovrebbero ora essere riprese colla scorta di quei medesimi criteri paleontologici che furono applicati alle Prealpi del Veneto ed all'Apennino.

La prima località all'Ovest del Garda dove trovasi il terreno liasico è la valle di Conzei che sbocca in Val d'Ampola. A Lensumo si vede un calcare grigiastro a banchi sottili con impronte d'Ammoniti e tracce di Belemniti, e più a Sud a Pieve di Ledro questi medesimi calcari contengono un banco di ostriche. Ma nessuno di questi fossili fu classificato ed è quindi impossibile una precisa determinazione del calcare in discorso. Esso ha però la più spiccata rassomiglianza colla massa calcare che si svolge fra Brescia e Gardone dove assume quella forma litologica speciale conosciuta sotto il nome locale di Medolo. Presso Gardone il Medolo contiene alcuni Ammoniti quali l'A. *margaritatus* e l'A. *Taylori* che sono forme caratteristiche del lias medio.

Questa formazione va a gittarsi contro il lago d'Iseo e deve soggiacere ai calcari che a Pilzone, sulla sponda del lago, contengono la fauna caratteristica del lias superiore o rosso ammonitico. Quest' ultimo si scorge nei dintorni di Adro dove forma la base del piccolo nucleo di monti frapposti fra Adro, Nigolino, Clusana e

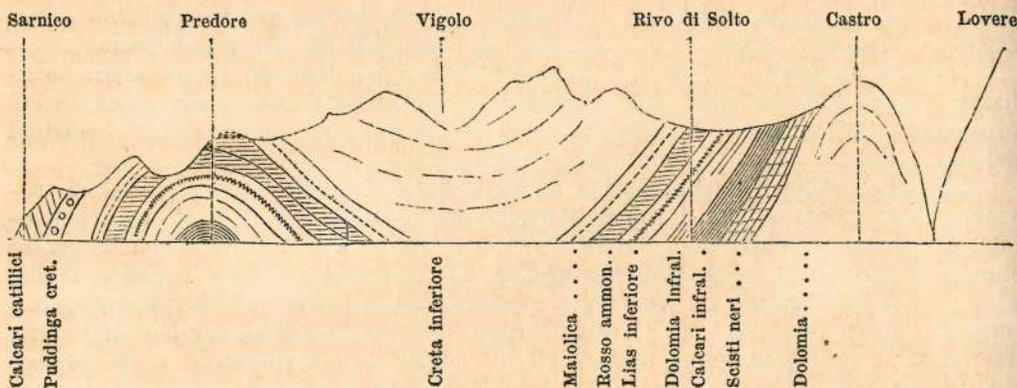



Fig. 29.

Paratico. Gli si sovrappone un calcare bianco a straterelli silicei e ad Aptichi giuresi coperto a sua volta da calcari cretacei. La medesima successione di rocce si avvera anche sulla sponda occidentale del lago. Se non che essendo più profondo lo spaccato vengono a giorno i terreni del lias e dell'infralias. Riportiamo da Stoppani lo spaccato da Sarnico a Lovere (fig. 29) in cui è chiaramente manifesta la disposizione degli strati. Quindi il complesso delle formazioni giuresi si dirige ad Ovest. I calcari nerastri, grigi, con selce a cui si aggiungono al basso dei banchi assai potenti di un calcare salino, tutti insieme rappresentanti i piani inferiori dei lias, formano la base dei colli fra Entratico e Zandobbio presso Trescore e sostengono i calcari rossi del lias superiore ricchissimi come sempre di Ammoniti. All'Ovest i calcari del lias inferiore assumono una potenza sempre maggiore, costituiscono al Nord-Ovest di Almenno tutta la lunga costiera del M. Albenza, quindi attraversando al Nord di Chiuso il lago di Lecco e passando per il M. Baro vanno a formare la massa principale dei Corni di Canzo e tutto quel complesso di monti che si svolgono nella penisola interposta fra i due rami di Como e di Lecco. Attraversato il primo di questi si innalzano nei monti Bisbino, Lenno, Galbiga dove posano, come sappiamo, su gli strati dell'infralias, e più ancora nel M. Generoso sulla cui vetta estrema può raccogliersi un'ampia messe di fossili, per la massima parte brachiopodi, *Rynchonellæ* e *Spiriferi*. Dal Generoso discende perdendo di potenza, e rivestendo le falde dei monti costituiti nella lor massa principale dai terreni dell'in-

fralias e del trias va a formare le alture di Arzo e di Saltrio. In quest' ultima località rivelasi una fauna assai ricca di brachiopodi, gasteropodi, *Pleurotomarie* e *Trochi*, e cefalopodi, *Ammoniti* e *Nautili*. Lo studio di questa fauna che è ancora a farsi intieramente, rivelerà il piano preciso del terreno liasico a cui debbono riferirsi i calcari in questione. Passata la valle dell'Olona essi vanno a posare sul pendio meridionale del Campo dei Fiori e toccano quindi nei monti di Laveno la sponda orientale del lago Maggiore, discendono a Sud mostrandosi ad intervalli e a piccoli lembi su questa medesima sponda; quindi, attraversato il lago, appajono per l' ultima volta in una piccola altura su cui è costrutta la chiesa di Gozzano nei dintorni di Arona.

Lungo la linea che abbiamo tracciato, il lias inferiore sopporta i calcari rossi del lias superiore ai quali si aggiungono i calcari silicei e talvolta le maioliche ad Aptichi giuresi. Queste formazioni da Entratico, passando alle falde del cretaceo M. Misma vanno a rivestire l' Albenza, attraversano la Galavesa presso Erve e quindi il ramo di Lecco per svolgersi con grande copia di fossili a Galbiate, a Suello nei monti d'Erba, a Solzago, a Camnago. Fra quei fossili gli Ammoniti costituiscono la forma predominante: appartengono per la massima parte al gruppo dei Falciferi, staccandosi per tal modo tanto dalle forme del lias medio ed inferiore dove regna il gruppo degli Arieti, quanto da quelle dei terreni giuresi del Veneto dove sono in maggioranza i Planulati. Citiamo fra le specie le più caratteristiche l'*A. bifrons*, Brug, l'*A. complanatus*. Brug. l'*A. Comensis*, Buch. Di questa fauna il Meneghini sta ora pubblicando una monografia che è veramente ammirabile per l' ampiezza della trattazione e la diligenza nel dettaglio, un modello di investigazione paleontologica.

All'Ovest di Camnago, in forza di uno spostamento assai considerevole il rosso ammonitico e la majolica trovansi gittati più a Nord e si riveggono sul M. Generoso dove si ergono fino all'Alpe Baldovana. Ridiscendono passando per Clivio, toccano Induno, località assai fossilifera, ritrovansi al Nord di Gavirate dove la majolica è molto potente e finiscono anch'essi in quel gruppo di piccole alture che si interpongono fra il lago maggiore e il lago di Varese.

Queste formazioni liasiche e giuresi, precise, determinate, ricche di fossili, scompajono all'occidente di Lombardia. Nella regione centrale delle Alpi esiste, come sappiamo, una striscia di terreni giuresi nella Val Bedretto e nell' alta Valle del Rodano; questa poi si ripete in Val Ferret e va manifestamente a congiungersi coi lembi liasici che posano nelle Valli Savoiarde sulle formazioni che abbiamo descritte, Nelle Alpi Marittime e liguri si scorge, come risulta dagli spaccati che riportammo, un complesso di calcari fra le formazioni cretacee e quelle del trias, calcari che indubbiamente rappresentano in parte i terreni del Lias e del Giura, ma mancando ogni criterio litologico e paleontologico non possiamo stabilire alcuna precisa determinazione e formarcene un esatto concetto.

Ritroviamo orizzonti definiti nei monti della Spezia e di Toscana. Vi sono ben distinti i piani del lias i quali contengono una fauna assai ricca e caratteristica; tutto il rimanente delle formazioni giuresi non è rappresentato che da un ammasso di scisti variegati più o meno potenti, ma sempre senza traccia di fossili.

Sulla sponda del golfo della Spezia il terreno liasico comprende dall'alto al basso la serie seguente:

I. Scisto variabile di compattezza e di tinta. Contiene in gran copia la *Posidonomia Bronni* e corrisponde al lias superiore.

II. Calcari rossi ammonitiferi. Contengono le specie del lias medio ed inferiore: vanno dunque distinti dal calcare rosso di Lombardia che rappresenta il lias superiore.

III. Calcari nerastri e scisti con grande abbondanza di Ammoniti fra cui prevalgono le forme del lias inferiore, quali gli Ammoniti, *bisulcatus*, *coregnensis*, *Stella*, ecc.

Questo complesso di strati corre nella catena occidentale del golfo, stretta fra le formazioni della creta e dell' infralias, da Sud-Est a Nord-Ovest, dal monte di

Castellana fin presso il canale di Pignone, assottigliandosi verso l'estremità settentrionale. Partecipa necessariamente alla stratificazione rovesciata che indicammo parlando del terreno infraliasico, come si vede in modo evidente al Sud di M. Parodi. Nella catena orientale gli strati liasici formano una zona che corre dalla vicinanza di Telaro sino al villaggio di Pugliola. I calcari neri contengono i soliti Ammoniti del lias inferiore.

Nelle Alpi Apuane si riveggono i piani del lias inferiore e del lias medio colla medesima fisionomia litologica e paleontologica che si osserva nei dintorni della Spezia, se non che finora non pare constatata la presenza degli strati a Posidonomie. Gli spaccati del Sasso rosso presso Corfino e del M. Acuto mostrano alla evidenza la serie e la disposizione dei terreni. Non sembra però che le formazioni liasiche costituiscono un involucro continuo sulla linea esterna del gruppo Apuano, ma vi si rivelano a lembi, e sono poi assenti dalla parte centrale. Non mancano però di rivelarsi in tutti quei gruppi di montagne della Toscana occidentale che si ponno geognosticamente riunire al sistema delle Alpi Apuane. Veggonsi pertanto i calcari del lias medio nei monti Pisani, nei gruppi di Campiglia, della Montagnuola, di Grosseto e specialmente in quello di Cetona, dove formano la massa centrale e più importante e sempre sotto la forma di calcari grigiastri e rossi con abbondanza di Ammoniti del gruppo degli Arieti. A Corfino ed a Cetona sarebbe indicata dal Meneghini e dallo Zittel la presenza del lias superiore in esigui lembi calcari contenenti la traccia di qualche Falcifero. Corrisponderebbero quindi al rosso ammonitico di Lombardia. Come pur sembra che in questi nuclei toscani, al lias inferiore, così ricco di ammoniti presso la Spezia, si surroghi un calcare a strati sottili contenente in gran copia la *Posidonomia Janus.* Meneg.

Or dobbiamo abbandonare le regioni occidentali d'Italia e portare lo sguardo alla sua parte centrale, alla spina dell'Apennino. Questa catena per tutto il tratto che corre all'Est di Toscana e comprende le sorgenti della Sieve, dell'Arno e del Tevere, consta intieramente di formazioni eoceniche che pel loro carattere essenzialmente arenaceo imprimono al paesaggio un uggioso aspetto di aridità e di monotonia. Ma all'altezza di S. Sepolcro tutto ciò si muta perchè le formazioni calcari della Creta e del Giura che già cominciano ad affiorare al Nord-Est di Urbino, qui sottentrano a costituire la zona centrale della catena rigettando ai lati i terreni più recenti, e sollevandosi ad altezze sempre maggiori quanto più si avanzano a Sud fino a toccare il Gran Sasso d'Italia, che è il punto culminante di tutto l'Apennino. Da qui si allargano a formare tutta la zona montuosa del Molise e di Basilicata, e vanno ad urtare nella estrema Calabria i graniti d'Aspromonte. Se non che in tutta la regione che si spiega al Sud del Gran Sasso, pare che il terreno della Creta formi da solo il complesso delle montagne non lasciando affiorare i calcari giuresi. Questi pertanto sono limitati a tre gruppi: il primo comprende il Monte Nerone, il Monte Catria, il Monte Cucco. Il colle al Nord di Gualdo Tadino per cui passa la via da Fuligno ad Ancona lo separa dal secondo, e questo a sua volta è separato dal terzo, che è quello dei Monti Sibillini, dal colle per cui da Fuligno si passa a Camerino. — Questi gruppi di monti sono diretti dal Nord-Ovest al Sud-Est. Altri gruppi si scaglionano parallelamente ad essi lungo ambedue i versanti, ma specialmente sul versante occidentale, formando i monti di Perugia, di Spoleto, di Terni e parte della catena Sabina, al Nord-Est di Roma. A questi si appoggiano dei contrafforti di rocce terziarie, e fra i contrafforti e il mare si distendono le argille e le sabbie del pliocene. La configurazione dei monti fino al punto dove incomincia la catena Sibillina è generalmente quella di anticlinali regolari. Ma in quel punto la stratificazione perde la sua regolarità ; la volta si è spezzata, e si osserva una serie di salti, per cui i terreni recenti vengono ad urtare direttamente gli antichi. Riproduciamo dalla memoria di Spada ed Orsini lo spaccato che dall'altipiano di Norcia va diritto all'Est fino al Monte dei Fiori, il quale dà una idea chiarissima della configurazione di questa parte dell'Apennino (fig. 30). Vi si vede chiaramente come le linee su cui avvenne il sollevamento siano due e parallele, la prima corrisponde al Monte Vettore, e la seconda al Monte de' Fiori;

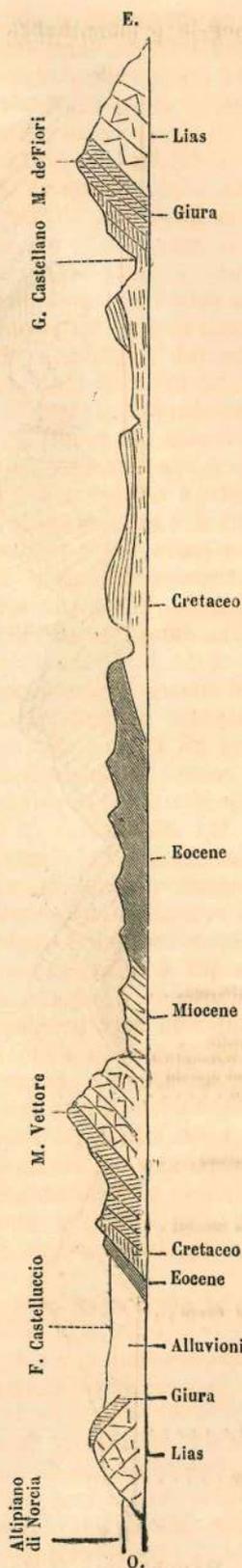
ma quest' ultimo segna una volta e quindi un sollevamento regolare; il Monte Vettore invece si è sollevato lungo una fessura avvenuta anteriormente sul suolo, così che i terreni terziari che trovansi all' Est non furono menomamente intaccati e conservando la loro originaria inclinazione urtano nella base della scogliera liasica.

Per riconoscere i varj terreni componenti l' Apennino centrale dobbiamo ricorrere a Zittel che fece di questa regione uno studio assai dettagliato.

La formazione sedimentare più antica è un calcare massiccio non stratificato a tinta chiara. Al Monte Vettore ha un aspetto dolomitico; ai monti Catria, Nerone ed al passo del Furlo assume la forma oolitica e pisolitica. Questa formazione costituisce il nucleo di tutte le elissi di sollevamento e ne è ignoto lo spessore non affiorando in nessuna località il terreno su cui poggia. Non contiene di fossili che alcuni piccoli gasteropodi ed alcune bivalvi non determinabili ad eccezione della *Posidonomia Janus.* Meneg. che è una specie del lias inferiore di Toscana. In alcune località e particolarmente nell' Umbria, lungo la via ferrata fra Spoleto e Terni la descritta formazione vien surrogata da un'altra composta di calcari marnosi rossi e marmi neri, il tutto privo di fossili. Al lias inferiore succede un complesso di calcari ben stratificati che contengono in abbondanza dei nuclei di selce e sono assai fossiliferi. Fra i fossili i tre ammoniti, *Davoei*, Sow., *Algovianus*, Opp., *Regazzoni*, Hauer., la *Spiriferina rostrata*, Sow., e la *Rynchonella subdecussata*, Munst., accennano al lias medio, ma d' altra parte l' abbondanza degli Ammoniti falciferi a strie sottili quale l'*A. boscensis*, Reyms. molto affine all'*A. Comensis*, rammenta il lias superiore e ciò tanto più quando si aggiungano a loro le Terebratule *Renieri*, *Aspasia* e *bilobata*, fossili caratteristici nel Tirolo e in Lombardia del lias superiore. Resta pertanto non chiaramente precisato il livello stratigrafico di questi calcari. Zittel propende a collocarli nel lias medio. Fra le località in cui si manifestano va notato Monticelli al Nord di Tivoli.

Il lias superiore è rappresentato da un calcare rosso che è il perfetto equivalente, anche sotto il rapporto paleontologico del rosso ammonitico di Lombardia. Contiene in gran copia i fossili i più caratteristici di questa formazione quali gli Ammoniti *bifrons*, *Comensis*, *Mercati*, *complanatus*, ecc., e le Terebratule *Erbensis* e *Rotzoana*.

Il Dogger inferiore è rappresentato in alcune località, quali Monte Nerone, Monte Cucco, il passo del Furlo da un calcare giallastro che contiene gli Ammoniti *Murchisonae*, *fallax*, *gonionotus*, *scissus*, tutte specie che menzionammo parlando dell'oolite di S. Vigilio sul lago di Garda. Però questo piano del Dogger è assai spesso mancante, e il Lias superiore è direttamente coperto da un terreno che si distingue litologicamente per la abbondanza dei nuclei di selce, e paleontologica-

Fig. 31.

mente per la predominanza degli Aptichi, fra i quali i caratteristici, *punctatus*, *lamellosus*, *Beyrichi*, *latus*, ecc.

Al terreno ad Aptichi succede uno strato marmoreo indicato dallo Spada e dall' Orsini sotto il nome di *calcaire à dalles*, il quale contiene una ricchissima fauna di cefalopodi, fauna che si accorda perfettamente con quella che caratterizza gli strati a *Terebratula dyphia* nel Tirolo e nel Veneto e che è propria del piano titonico. Notiamo però che nell'Apennino la vera *T. dyphia* è mancante. Essa è surrugata dall'affine *T. triangula*. Secondo Zittel il titonico tanto dell'Apennino quanto del Veneto avrebbe maggior rapporto coi terreni giuresi che coi cretacei, ma va tenuto distinto tanto dagli uni quanto dagli altri ed occupa fra essi una posizione intermedia simile a quella occupata dal piano infraliasico fra i terreni del Giura e quelli del Trias.

Qui riportiamo due degli spaccati disegnati dallo Zittel. Il primo corre con direzione N-E S-O da Serra d'Abbondia al Sud di Pergola fino alla vetta del Monte Catria (fig. 31). È chiaro che questo profilo consta di due anticlinali parallele. L'asse dell'una corrisponde al vertice di Pian di Mura, l'asse dell'altra al M. Catria. Se non che la parte orientale di quest'ultimo è caduta, e gli strati che la compone vano si veggono verticalmente raddrizzati nel tratto che corre fra la Forchetta di Rocca Bajarda e il convento ad Avellana.

Gli strati superiori constano dei terreni eocenici e cretacei e verranno descritti più avanti. La serie giurese dall'alto al basso è la seguente:

I. Un calcare marmoreo, bianco a grossi strati in cui è diffusa una sostanza verdiccia, terrosa. Contiene spesso dei nuclei di selce e rari fossili fra cui gli Aptichi, *punctatus*, *Beyrichi*, e gli Ammoniti *ptycoicus* e *contiguus*. Questo calcare rappresenta il piano titonico.

II. Scisti calcari sottili, verdastri con grande copia di nuclei di selce. Contengono gli Aptichi *punctatus*, *lævis*, ed altri del gruppo dei lamellosi.

III. Marne rosse dello spessore di 10 a 15 piedi. Contengono gli Ammoniti *bifrons*, *Comensis*, *heterophyllum*, infine tutta la fauna del lias superiore.

IV. Calcare marmoreo biancastro o giallo assai ricco di crinoidi. Notiamo fra gli altri fossili le Terebratule, *Aspasia*, *Renieri*, la *Spiriferina rostrata*, l' *Ammonites boscensis*, ecc. Rappresenta il lias medio.

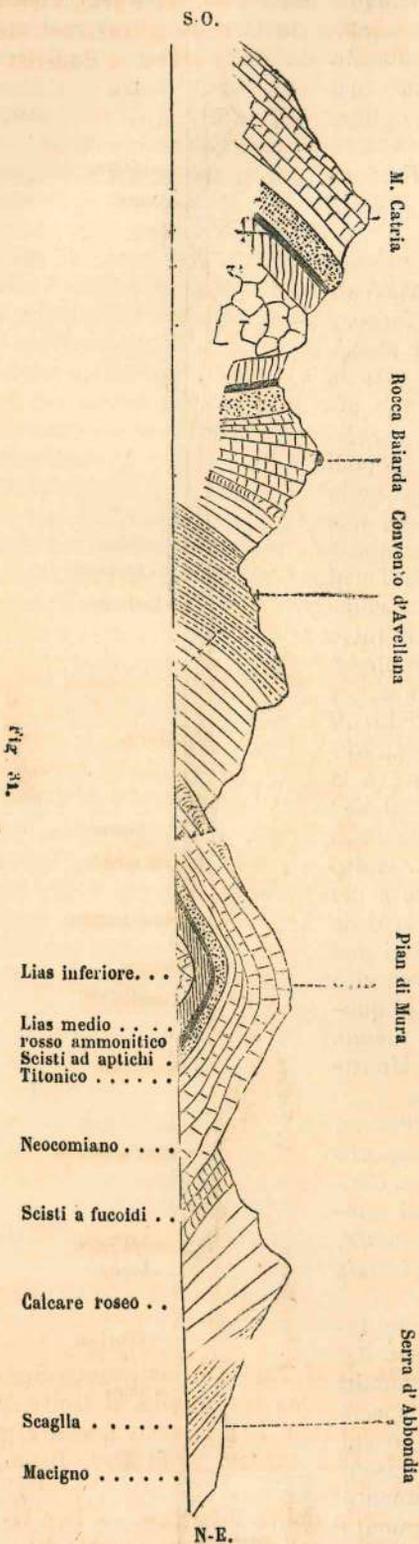



Fig. 31.

V. Calcare massiccio talvolta oolitico, assai potente e non fossilifero.

Il secondo spaccato rappresenta la parete sinistra del Passo del Furlo, cioè di quella gola in cui scorre il Candigliano, da Acqualagna fin là dove gittasi nel Metauro (fig. 32). È una anticlinale, che essendo diretta da Nord-Ovest a Sud-Est è rigorosamente parallela alla catena principale dell'Apennino. I terreni che la compongono sono i medesimi che già abbiam veduto nel Monte Catria. Differiscono solo in ciò che al Passo del Furlo manca lo strato ad Aptichi, e si osserva invece inferiormente al titonico un calcare marnoso dello spessore di circa 4 metriche contiene gli Ammoniti *gonionotus*, *fallax*, ecc., la fauna infine di S. Vigilio sul Garda. Rappresenta il Dogger.

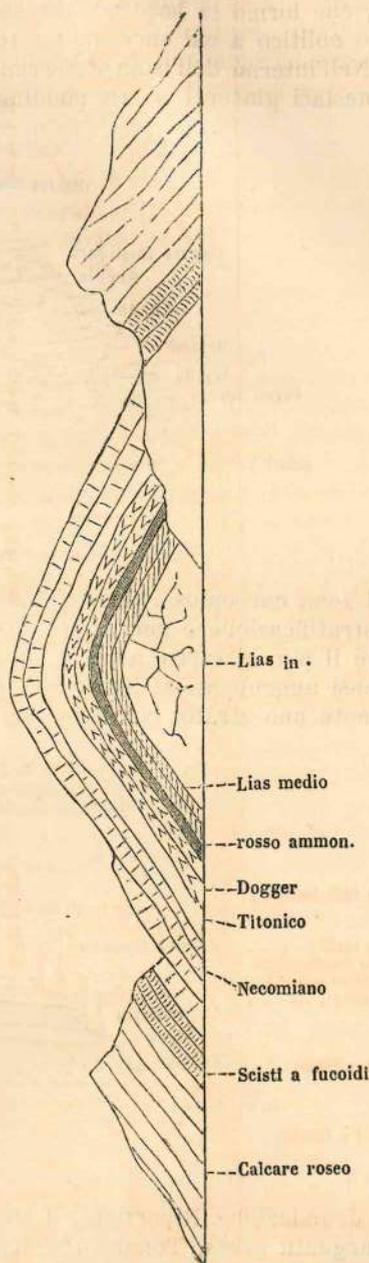
Con questi dati risguardanti l'Apennino centrale hanno fine le notizie precise e dettagliate circa l'estensione e l'aspetto dei terreni giuresi sul continente italiano. I punti più meridionali in cui vengono segnati sono le vette del Sasso d'Italia e della Majella dove sono da ogni parte rivestiti dalle formazioni della creta, e i monti di Tivoli sulla destra del Teverone, nei quali va notata la località di Monticelli, assai ricca di petrefatti. Pare adunque che i terreni del Giura dai Monti Sibillini si protendano con due rami divergenti l'uno a Sud-Ovest verso i Monti Sabini, l'altro a Sud-Est verso il Gran Sasso d'Italia. Tutto il rilievo contenuto fra i due rami, il quale fa irto il centro di questa estrema parte della penisola, consta quasi intieramente di rocce cretacee e terziarie fino alla Calabria dove risorgono gli scisti metamorfici ed i graniti.

Fig. 32.

Nell'isola di Sardegna i calcari giuresi sono sparsi sotto la forma di gruppi isolati in mezzo alle formazioni più antiche che già conosciamo, e colle quali non ponno di certo rivaleggiare in potenza. Sarebbe ora assai difficile il porre in accordo le determinazioni di questi lembi con quelle a cui ci attenemmo nella descrizione del Giura continentale, lamentandosi nella fauna di Sardegna la quasi completa assenza degli Ammoniti, che pure forniscono il criterio il più certo pei confronti e per le equivalenze. Ci limiteremo pertanto a descrivere l'andamento generale di questi terreni, mantenendo i piani stabiliti dal Lamarmora.

Il primo lembo lo troviamo nella piccola catena di M. Zari alla estremità Sud-Occidentale dell'isola. Costeggia per la lunghezza di circa tre miglia il Golfo di Palmas diretto da Sud a Nord e consta di calcare compatto. Fra i pochi fossili che contiene notiamo i seguenti: *Belemnites sulcatus*, Bl., *Avicula Munsteri*, Brun., *Ostrea obliqua*, Lmk., *Terebratula ornithocephala*, Sow.

Questo calcare cadrebbe, secondo Lamarmora, nella oolite inferiore. — Per ritrovare questo medesimo terreno coi medesimi fossili e col medesimo aspetto lito-

logico, è d'uopo risalire tutta la costa occidentale fin presso i dintorni di Alghero, dove forma un'altra piccola catena battuta dal mare. A Nord d'Alghero il gruppo di Monte Doglia e di Monte S. Giorgio consta anch'esso di calcari, di cui alcuni contengono la fauna di M. Zari. Essi sono interclusi fra un'arenaria violacea, quarzosa, che forma la base del terreno giurese, e fra gli strati di un altro calcare ferrifero oolitico a cui succede un terreno a fossili cretacei.

Nell'interno dell'isola il terreno giurese si manifesta sotto la forma di calcari magnesiaci giacenti sovra puddinghe, che sono invariabilmente associate ad una

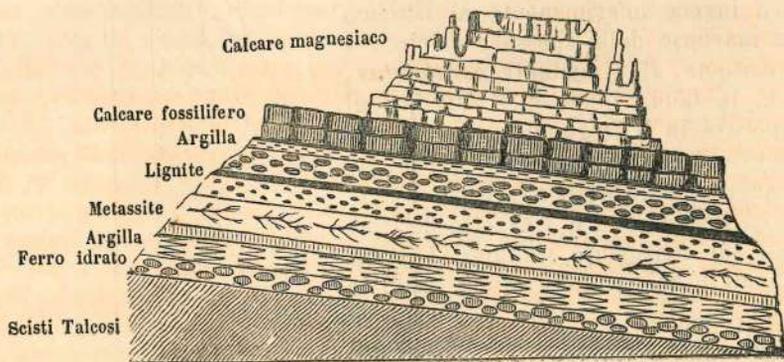



Fig. 33.

sottil zona carboniosa. Questa formazione è rimarchevole per la orizzontalità della sua stratificazione e per essere disposta a tavolieri isolati e spezzati in modo da offrire il più bizzarro aspetto di castelli, di torri, di mura merlate. Questi lembi trovansi aggruppati al Sud e all'Ovest del Monte Gennargentu, e formavano indubbiamente uno strato continuo che fu interrotto e frantumato dal sollevamento e

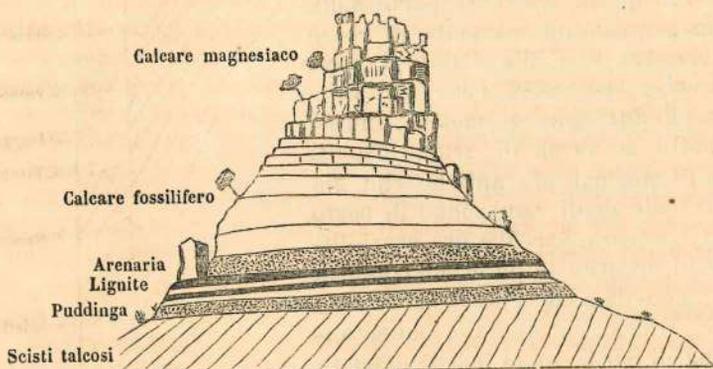



Fig. 34.

dalla denudazione. Riportiamo il profilo di due tavolieri. Il primo trovasi all'Ovest del Gennargentu presso Tonara, (fig. 33), il secondo è la rupe di Perdaliana sulla sinistra della Flumendosa (fig. 34). Qui i banchi calcari sottoposti al calcare magnesiaco diedero una fauna piuttosto ricca di Gasteropodi, di Acefali e di Brachiopodi. Notiamo il *Pecten lens*, Sow., la *Ceromya striata*, la *Terebratula punctata*, Sow.— Paleontologicamente, e più ancora litilogicamente questi lembi centrali vanno distinti dalle formazioni giuresi della spiaggia occidentale. Questi riposano sovra gli scisti paleozoici o sull'arenaria violacea conservando sempre il loro carattere di calcari compatti ed oolitici con o senza selce; quelli invece non presentano mai l'aspetto oolitico sono sprovvisti di selce, riposano sulle puddinghe o sulla lignite, e si trasformano supe-

riormente in un calcare magnesiaco. Secondo Lamarmora rappresenterebbero i terreni dell'oolite superiore.

Nell'isola di Sicilia i terreni secondari sono largamente rappresentati nella catena che percorre la regione settentrionale. Già vedemmo come nella punta Nord-Orientale esistano assai potenti le formazioni paleozoiche. A queste si addossano lungo una linea che corre dai dintorni di S. Agata sulla sponda settentrionale al capo S. Alessio sulla sponda orientale, i conglomerati e le dolomie del trias. Presso Taormina havvi un lembo di terreno infraliasico che contiene i fossili più caratteristici di questa formazione, ma nel loro complesso più che la fauna infraliasica lombarda rammentano quella del versante settentrionale delle Alpi. I terreni liasici formano il capo S. Andrea. Constano dal basso all'alto : di un calcare non fossilifero, di un calcare grigiastro con gran copia di crinoidi, e di un calcare rosso alternante con scisti marnosi. Il piano di mezzo contiene molti brachiopodi caratteristici del lias medio e predominano le Spiriferine, *S. rostrata.* Schl, *S. Hartmanni,* Ziet, *S. rupestris,* Desl. Il piano più alto contiene alcune Belemniti e l'*Ammonites Grenouillouxi,* D'Orb. Presso S. Agata veggonsi al medesimo livello identiche rocce ma con assenza completa di fossili. Il lias superiore è rappresentato al Sud di Taormina da un lembo di calcari marnosi. La determinazione di questo terreno è certissima ed evidente rivelandoci esso tutti i più caratteristici ammoniti del lias superiore di Lombardia e dell'Apennino centrale. Finalmente il titonico affiora ai due estremi della linea cui abbiamo accennato presso S. Agata e presso Taormina sotto la forma di un calcare bianchiccio riboccante di selce. Vi si raccolgono alcuni Aptichi, *A. Beyrichi,* Opp. *A. punctatus,* Voltz, alcune Belemniti, *B. tithonicus,* Opp. *B. semisulcatus,* Munst, *B. Zeuschneri,* Opp. e la *Terebratula Janitor,* Pict. Il terreno titonico che all'Ovest di S. Agata par si celi sotto le formazioni della Creta e dell'Eocene, affiora di nuovo nella parte centrale ed occidentale della costa a Isnello, a Termini, a Misilmeri, a Calatafimi e principalmente nei dintorni di Palermo dove si rivela assai potente, e ricchissimo di fossili. Sotto il rapporto paleontologico notasi in esso per una parte il predominio delle Nerinee, fatto che forse varrebbe ad abbassare il livello stratigrafico di quelle formazioni sincronizzandole col calcare a Nerinee del Giura o Coral-rag d'Inghilterra, per l'altra parte la presenza di alcuni ammoniti neocomiani, fatto che già constatammo nel calcare titonico delle altre località italiane. È infine indubitato che questa formazione tiene il posto occupato altrove dai diversi piani del Giura superiore. Sul suo preciso valore stratigrafico e sulla sua equivalenza cogli altri terreni italiani e transalpini gitteranno molta luce i lavori del Gemellaro il quale attende ad illustrarne la fauna. Una delle poche località di cui si conosce in dettaglio la costruzione geologica è il Monte Pellegrino presso Palermo descritto appunto dal Gemellaro. La base del monte è formata dal terreno a Nerinee. È un calcare grigio che a tratto a tratto mostrasi puddinghiforme ed è riboccante di fossili. Son questi distribuiti in modo che in qualche località predominano le Nerinee, *N. Moreana,* D'Orb., *N. Clymene,* D'Orb., *N. conulus,* Pet., *N. conoidea,* Pet., ecc., mentre in altre località hanno il sopravvento gli Ammoniti, *A. Calipso,* D'Orb., *A. simplus,* D'Orb., *A. subfimbriatus,* D'Orb., *A. quadrisulcatus,* D'Orb., *A. ptychoicus,* Quenst., *A. Achilles,* D'Orb., ecc. Sotto a questo calcare affiora lungo la via che ascende al santuario un altro calcare rossastro che contiene il *Belemnites semisulcatus,* Munst., e moltissimi brachiopodi. Dopo breve tratto va a celarsi sotto al calcare grigio il quale continua fino all'incontro di una linea che dall'antico telegrafo fosse condotta alla faccia meridionale di una rupe detta il *Salto dello schiavo.* Qui è surrogato da un altro calcare rosso-giallastro contenente una grandissima quantità di bivalvi e di Itierie, ammassate in modo da formare una breccia conchigliare. Costituisce la punta su cui posa la statua di S. Rosalia e tutta la parte più elevata della montagna. Ma con questa roccia abbiamo già tocco il terreno cretaceo.

TERRENO CRETACEO

Il terreno della Creta in Italia è scaglionato sul pendio di quasi tutte le alture costituite dalle formazioni giuresi lungo il versante delle Prealpi e degli Apennini centrali. Si erge poi a grandi altezze nell'Apennino meridionale dove forma quasi da solo tutto l'ammasso della catena. Nell'Italia settentrionale potrebbe considerarsi composto di tre piani; l'inferiore consta di un calcare bianco, compatto, a noduli di selce; nel Veneto è conosciuto sotto il nome di *biancone*, in Lombardia sotto quello di *majolica*, contiene moltissimi Aptichi e parrebbe corrispondere al neocomiano. Il piano di mezzo consta di arenarie e calcari che in alcune poche località rivelano quel tipo fossile così caratteristico della Creta che è la Rudista; abbiamo finalmente un calcare bianco e rosso, talvolta marnoso ad Echinidi, Inocerami e fucoidi; questa è la roccia conosciuta nel Veneto sotto il nome di *Scaglia*; rappresenta la creta superiore e viene ad immediato contatto coi terreni nummulitici. Ma pel terreno cretaceo più ancora che per quello del Giura si richiederebbe che una schiera di esploratori lo studiasse in tutte le regioni d'Italia e ne scindesse i molteplici piani classificandoli colla scorta dei nuovi criteri. Nel Veneto e in Lombardia, dopo i lavori del De Zigno e dei fratelli Villa che risalgono a più che una ventina d'anni, non abbiamo, quando si eccettui lo studio del Pirona sulla fauna del colle di Medea, alcun nuovo scritto veramente importante e che esaurisca l'argomento. Per gli Apennini centrali e la Toscana abbiamo la scorta dello Zittel, del Capellini, del Cocchi. L'Apennino meridionale sarebbe tutto ad esplorarsi. La Sicilia è in migliori condizioni mercè i bei lavori del Seguenza sul cretaceo dei dintorni di Messina così interessanti per la corrispondenza con quanto si osserva lungo la costa Africana e gli accenni del Gemellaro alle rocce a Rudiste dei dintorni di Palermo.

Ora esaminiamo per quanto ci è possibile il terreno cretaceo nelle varie parti d'Italia, cominciando dai confini orientali.

Tutta la regione attraversata dall'Isonzo da Gorizia a Caporetto consta di formazioni cretacee. Corre alla base un calcare a strati sottili, marnoso, grigio e rossastro, affatto privo di fossili. Succedono verso l'alto degli altri calcari misti a rocce brecciformi dove abbondano gli avanzi delle Rudiste fra cui notiamo la *Caprotina ammonia* e la *Radiolites Marticensis.* Il tutto è coperto da un complesso

di scisti marnosi e di arenarie alternanti con calcari che nei piani più alti contengono le *Radiolites alata*, D'Orb., e la *Biradiolites fissirostra*, D'Orb., fossili che accennano alla Creta superiore. — Nella regione orientale del Friuli va particolarmente notato il colle di Medea che sorge lungo le sponde dell'Judrio a breve distanza da Cormons. È isolato nella pianura ed è composto di un calcare grigio e bianco che contiene numerosissimi avanzi di Rudiste. Il Pirona che ne fece uno studio particolare, vi trovò moltissime specie nuove. Le specie già conosciute si ridurrebbero alle *Radiolites lumbricalis*, D'Orb., *R. angulosus*, D'Orb., *Sphærulites ponsiana*, Arch., tutte specie che trovansi altrove in formazioni inferiori al piano caratterizzato dalla presenza delle *Hippurites cornu-vaccinum* e *H. organisans*, piano che credevasi sinora per eccellenza il piano a Rudiste. Ma la ricchissima fauna di Medea varrà a modificare l'opinione invalsa, insegnandoci come quei singolari organismi si svolgessero già rigogliosi in un periodo più antico di quanto si credeva. Nelle parti occidentali del Friuli il terreno cretaceo continua assai potente formando il lembo meridionale della regione prealpina dal Monte Colaurat fino a Tarcento, indi, dopo breve interruzione, ricompare nei monti fra il Tagliamento ed il Meduna, passa per Barcis dove si raccolgono molte Ippuriti, fra cui l'*H. cornu-vaccinum*, Desm., e l'*H. organisans*, Bronn., e formando le alture fra Aviano e Montereale scende nel Bellunese appoggiandosi alle rocce giuresi del Monte Cavallo. — In tutta questa regione il terreno cretaceo potrebbe scindersi, secondo il De Zigno in quattro piani chiaramente delimitati. Superiormente si scorge un calcare sabbioso e rosso ed un calcare bianco ed argilloso che è quello appunto conosciuto sotto il nome di *Scaglia*. Questi strati contengono i fossili più caratteristici della creta bianca o creta superiore di Francia e d'Inghilterra quali l'*Ananchytes ovata*. Lmk., l'*Ananchytes tuberculata*, Dfr., l'*Inoceramus Cuvieri*, Sow., l'*Inoceramus Lamarcki*, Brgn. Immediatamente sotto alla scaglia trovasi una roccia breccioide a frammenti calcari in una matrice egualmente calcare. Questo banco è assai potente nel Bellunese, in modo speciale nelle montagne che circondano il lago di S. Croce. Deve probabilmente ascriversi alla creta cloritica colla quale ha comuni i seguenti fossili: *Acteonella lævis*, D'Orb. *A. gigantea*, D'Orb. *Hippurites organisans*. Bronn. *Sphærulites ponsiana*, Arch. È del resto un giacimento ricchissimo di avanzi organici e vi abbondano specialmente le Rudiste, fra le quali le Ippuriti hanno il predominio. Succede quindi verso il basso un calcare argilloso, biancastro, il quale nelle montagne dei Sette Comuni contiene gli avanzi di alcuni Cefalopodi che, per quanto di difficile determinazione, sembra debbansi ascrivere a forme caratteristiche di quel piano della creta inferiore, conosciuto in Inghilterra sotto il nome di Gault. Sono l'*Hamites alternatus*, Philp., l'*Ammonites Velledae*, Urich., l'*A. nodocostatus*, D'Orb. l'*A. Roissyanus*, D'Orb. — Finalmente il Neocomiano, che fu il primo fra i terreni deposti durante l'epoca cretacea, è rappresentato dal *biancone*, calcare a frattura concoide, d'una candidezza lattea, ma venato talvolta di rosso e di verde e ricchissimo di nuclei di selce. È assai potente in tutte le prealpi del Veneto, nei colli Euganei presso Vignola, dove viene a contatto colle trachiti, nelle colline di Magrè presso Schio, nei Sette Comuni, nei dintorni di Belluno e nel Veronese. I fossili vi sono in grande abbondanza. Il De Zigno ne ha determinate moltissime specie tutte caratteristiche del Neocomiano. Son quasi esclusivamente Cefalopodi e vediamo rappresentati gli Ammoniti e i generi *Belemnites Crioceras, Ancyloceras, Toxoceras*. I primi in numero strabocchevole e notiamo fra le forme più caratteristiche l'*Ammonites Astierianus*, D'Orb., *A. Grassianus*, D'Orb., *A. quadrisulcatus*, D'Orb., *A. subfimbriatus*, D'Orb., ecc. Citiamo anche qui quei tre Aptichi così caratteristici del Necomiano che sono l'*Aptycus Diday*, Coq. *A. radians*, Coq. *A. Seranonis*, Coq.

Nei dintorni di Recoaro vediamo lungo il versante meridionale delle alture che limitano a Sud quel bacino di rocce antiche, posati i terreni cretacei e terziarii sovra gli ammassi dolomitici. Tracciando una linea che partendo da Pieve nella valle della Leogra per le cime del Monte Scandolara si diriga ad Ovest ed ascenda la valle di S. Quirico, indi passi sul fianco meridionale dei Monti

Castellieri e Campo avremo disegnato il confine che separa le rocce cretacee dalle rocce inferiori. Alla base del Monte Torrigi nella valle dell'Agno havvi un piccolo lembo di calcare ammonitico. Questo è coperto da un altro calcare leggiermente argilloso a frattura concoide sparso di noduli di selce; è il *biancone* che sappiamo rappresentante del Neocomiano. Talvolta questa roccia si colora in rosso, e sarebbe facile il confonderla col sottoposto calcare ammonitico se non soccorresse il criterio dei fossili sempre schiettamente cretacei. I suoi strati sono rotti e trapassati da potenti injezioni di basalte che però non ne hanno mai intaccato il parallelismo e l' orizzontalità. Al biancone succede immediatamente senza intermezzo degli altri piani cretacei quel calcare argilloso, variegato, il quale sotto il nome di *scaglia* rappresenta nel Veneto il piano più alto della formazione della Creta. Anche gli strati della *scaglia* sono trapassati dai filoni di basalte i quali giungono alla sommità dei colli e vi si espandono largamente. Queste eruzioni in gran parte avvenute nell'epoca terziaria aveano però già cominciato ad avverarsi nei mari in cui deponevansi i sedimenti della Creta, e ne è prova il fatto che le brecciuole vulcaniche o peperiti veggonsi alternare assai spesso cogli strati appunto del biancone e della scaglia.

Notiamo dunque che i depositi di Rudiste e quindi la Creta media hanno fine nelle alture del Bellunese ad Ovest delle quali non abbiamo a rappresentare i terreni cretacei che i due piani estremi del *biancone* e della *scaglia*. Rammentiamo lo spaccato del Monte Baldo che esaminammo parlando dei terreni giuresi dove infatti veggonsi esclusivamente presenti quelle due formazioni. Ciò vale anche per la sponda occidentale del lago di Garda, dove la maiolica accompagnata da qualche lembo di calcari marnosi compendia tutta quanta la creta. Questi terreni lambiscono le falde delle alture in tutta la Lombardia orientale e vengono ad immediato contatto coi terreni di trasporto. Nei dintorni del lago d' Iseo si svolgono con maggiore potenza. Secondo Mortillet la maiolica di Capriolo potrebbe scindersi nei seguenti piani; superiormente uno strato che contiene l'*Aptycus angulicostatus*, Pict. succede alla profondità di 35 a 36 metri un banco riboccante di Aptichi, fra cui l'*Aptychus Serranonis*, Coq., *A. Mortilleti*, Pict., *A. Diday*, Coq., ed alcune Belemniti. Questo banco posa sovra uno strato che contiene in gran copia i nuclei di selce, a cui succede alla profondità di 60 metri un'altro strato in cui trovasi l'*Ammonites subfimbriatus*, D'Orb., e l'*A. Astierianus*, D'Orb. Finalmente alla base la majolica contiene l'*Aptycus lamellosus*, Park., caratteristico del titonico. Abbiamo già riprodotto dagli scritti dello Stoppani il profilo della sponda destra del lago d'Iseo da Sarnico a Lovere e vedemmo che a Sarnico si hanno i calcari ad Inocerami, a cui succedono arenarie e puddinghe le quali continuano fino a Gandozzo dove hanno fornito qualche resto di Ippurite. Da questo punto le formazioni cretacee salgono a Nord, e cingendo gli strati liasici di Trescorre e di Entratico formano la parte più alta, e le pendici meridionali del Monte Misma e tutta la regione compresa fra questo monte e il Monte Canto. La città di Bergamo è costrutta su di un calcare marnoso biancastro, ma al Nord-Ovest di essa veggonsi affiorare le solite puddinghe le quali poi costituiscono il versante settentrionale del Monte Canto.

Il terreno cretaceo dei colli di Brianza si svolge con grande potenza e varietà di piani e ricchezza di fossili. Le nozioni che lo risguardano vanno raccolte dalla memoria dei fratelli Villa pubblicata nel 1844 e che è ancora il solo studio che si possegga su quella interessantissima regione. Il terreno cretaceo di Brianza va diviso dal basso all'alto nei seguenti gruppi.

1.° Gruppo di Rogeno = calcari psammitici compatti con avanzi di rettili e zoofiti.

2.° Gruppo di Breno e di Sirone = calcari marnosi con Inocerami e puddinghe a Rudiste.

3.° Gruppo di Romanò = psemmiti micacee non fossilifere.

Il calcare compatto del gruppo inferiore si svolge in un' ampia zona, che dalle sponde del lago di Pusiano si dirige ad Est verso la parte settentrionale del Monte

San Ginesio. Inoltre ricompare isolato nel colle di Montevecchia nella bassa Brianza. Litologicamente potrebbe scindersi in due varietà, l'una povera di mica e ricca di ossido di ferro, di tinta rossiccia conosciuta sotto il nome locale di *cornettone*; l'altra ricca invece di mica, cinerognola di colore, chiamata *ceppo argentino.* Gli avanzi organici raccolti in questo piano inferiore si riducono ad alcune fucoidi, a qualche traccia di coralli e a poche vertebre di un rettile ascritto al genere *Hyleosaurus.*

I calcari marnosi del gruppo medio occupano una zona che si stende al Sud di quella ora accennata e si rivelano nelle colline di Breno, di Nibionno, Montevecchia, Imbersago sull'Adda e nel versante orientale del S. Ginesio. Si distinguono in essi due varietà, l'una molto argillosa e biancastra, l'altra compatta e rossiccia. In ambedue, ma specialmente nella prima trovansi in abbondanza dei fossili veramente cretacei, e più cospicui fra tutti gli Inocerami, fra cui notiamo: *Inoceramus latus* Mant. *In. Lamarcki,* Roem, *In. Cuvieri,* D'Orb. *In. problematicus,* D'Orb. Inoltre qualche ammonite fra cui si cita l'*Am rothomagensis,* Lmk. — I Villa nella enumerazione delle rocce componenti il piano in discorso citano anche una brecciuola calcare, la quale a Centemero od in altre località contiene in gran copia le Nummuliti. Questi fossili pertanto perderebbero il loro carattere esclusivamente terziario ed avrebbero vissuto nell'epoca cretacea. Dobbiam però dire che altri osservatori non hanno accettate le idee dei Villa, rifiutando di ammettere la realtà della interstratificazione delle brecciuole nei calcari; la questione è ancora insoluta. — Al medesimo livello dei calcari va collocata la puddinga di Sirone e del S. Ginesio. Questa roccia contiene fra i fossili più caratteristici l'*Acteonella gigantea,* D'Orb. e molte Ippuriti fra le quali *Hipp cornu-vaccinum,* Bronn, *Hipp. dilatata,* Defr. *Hipp. canaliculata* Roll., *Hipp. sulcata,* Defr., *Hipp. organisans,* Desm.

Il gruppo superiore consta di arenarie marnose, bianchiccie, che vengono a immediato contatto coi terreni alluvionali e non contengono fossili ad eccezione delle fucoidi.

Il terreno cretaceo occupa possiam dire tutta l'intera la Brianza e va a gittarsi a Nord contro il lias dei Corni di Canzo presso Suello, dove appare sotto la forma di uno scisto calcare rosso vinato con macchie e strisce verdastre. Indi si dirige ad Ovest, e passa fra il nummulitico Mont'Orfano comasco, e le montagne liasiche della sponda del lago. Poi si volge a Nord, s'insinua fra le puddinghe e le arenarie del Monte Olimpino da un lato e il lias dal Bisbino dall'altro, e tocca Mendrisio donde poggiando sulle pendici meridionali dei colli di Clivio e di Ligornetto giunge ad Induno. Ma notiamo che presso la vetta del Monte Generoso, sostenuto quasi in un bacino di calcari liasici, posa un ammasso di calcari rossi che contengono ammoniti del lias superiore e di majoliche bianchissime con Aptichi e Belemniti di forme cretacee. Questo gruppo di terreni è affatto isolato dalle analoghe formazioni che si distendono alla falda del monte da cui furono staccati e quindi portati in alto coi sottoposti calcari che si sollevavano. Presso Induno il terreno cretaceo si manifesta sotto la forma di un complesso di marne variegate che si trasmutano insensibilmente nel sottoposto calcare siliceo; superiormente posano dei calcari biancastri assai potenti e marnosi che contengono in gran copia le impronte delle fucoidi. Questo calcare forma l'ossatura di quasi tutte le colline dei dintorni di Varese, si distende sul fianco meridionale del Campo dei Fiori, dove poggia sulla maiolica enormemente sviluppata, e va ad immergersi nel lago di Varese, il quale è un bacino scavato appunto nella roccia molle e facilmente erosa. Sulla sponda meridionale si cela in parte sotto alle colline nummulitiche di Comabbio e di Ternate, e in parte sotto alla congerie dei terreni alluvionali.

Lungo la linea di alture che orla la pianura piemontese, va perduta ogni traccia di terreno cretaceo e per ritrovarlo dobbiam balzare fino al nucleo delle Alpi Marittime. Qui il terreno cretaceo si manifesta superiormente sotto la forma di un calcare argilloso e di marne macchiate in verde per la grandissima copia di grani di glaucomia che vi si contengono; inferiormente sotto quella di un calcare giallastro compatto, talora un poco cristallino. Il calcare marnoso macchiato in

verde comincia sul contrafforte che sta fra la Vesubia e la Tinea. Contiene Inocerami e Belemniti e riposa su quel calcare nerastro che rappresenta in questa regione i piani giuresi. Discende fin presso Utelle dove girando al Nord del calcare giallastro che quivi compare, passa sulla sinistra della Vesubia, entra nella valle del Pallione e quindi in quella della Bevera dove presso Sospello abbondano gli Ammoniti e gli Echini. Segue questo torrente fino alla sua confluenza colla Roja, avvolgendo alla base il grande ammasso di calcare giallo che forma la montagna del Gran Mondo. Lungo il mare la Creta verde si scorge alla penisola dell' Ospizio e la si attraversa parecchie volte sulla strada da Mentone a Nizza dove alterna col calcare giallo finchè a levante di Grimalde ne scompare ogni traccia. Citiamo fra i fossili che vi si raccolgono i seguenti: *Ammonites rothomagensis*, Lmk. *Am. sulcatus*, Mant *Am. Mantelli*, Sow. *Inoceramus Cuvieri*, D'Orb., *Micraster coranguinum*, Agas., *Ananchytes ovata*, Lmk.

Il calcare giallo da Utelle dove l'abbiam lasciato discende a Sud fino a Nizza. Forma l'altura su cui è costrutto l'antico castello e tutta la costa fino a Villafranca. Un secondo nucleo non meno importante è quello che forma la montagna del Gran Mondo, donde il calcare si spinge fino al mare sulla spiaggia di Monaco. Pochi sono i fossili che vi si raccolgono, notiamo fra essi: *Aptycus Diday*, Coq. *Belemnites dilatatus*, *Ammonites ixion*, D'Orb. — Queste formazioni cretacee della estrema Liguria si svolgono poi potentissime nella Provenza; si collegano quindi direttamente a quel complesso di terreni così vasti e così ricchi di fossili che costituiscono tanta parte della Francia meridionale.

Sulle sponde del Golfo della Spezia e nell'Apennino di Toscana il terreno cretaceo presenta tre tipi di roccie i quali ripetendosi coi medesimi caratteri nel sovrastante Eocene, rendono assai difficile la separazione laddove non esista il criterio dei fossili. Queste tre varietà di rocce sono: 1.° La *pietra forte*, che è un calcare sabbioso e micaceo. 2.° Gli *scisti galestrini*, o scisti marno-ferruginosi, in cui sono intercalati sottili banchi calcari. 3.° L'*alberese*, che è un calcare giallastro a strisce concentriche di diverso colore.

Nella catena occidentale del Golfo della Spezia le formazioni dalla creta costituiscono una zona che si addossa agli strati giuresi ed è coperta dall' eocenico macigno. Questa zona, che è assai meno potente delle due fra cui si frappone, consta principalmente di scisto galestrino. — Nei monti della catena orientale notiamo la località di Vezzano presso la Magra, dove fu trovata una bellissima *Turrilites* che prima diede sicuro indizio della età di quel terreno. Partendo poi dalla Magra per recarsi a Trebbiano, scorgonsi primieramente il macigno e gli scisti che l'accompagnano, indi dei diaspri manganesiferi, e inferiormente un calcare argilloso rosso cupo. Questo calcare non è propriamente che una modificazione dello scisto galestrino il quale a grado a grado si cangia in diaspro ed in marmo. Gli scisti galestrini ed i diaspri manganesiferi si mostrano in tutta la loro bellezza nei dintorni di Arcola. Vi si tentò l'escavazione del minerale, ma senza utile risultato.

In Toscana il terreno cretaceo è potente e principalmente la pietra forte vi è assai sviluppata. Nei dintorni di Firenze si divide in tre zone. La superiore, ricca di fucoidi, nemertiliti ed altre analoghe impronte, componesi principalmente di scisti, e segna un passaggio insensibile all'eocene inferiore. La zona media si distingue principalmente per la presenza degli Inocerami, la zona inferiore per quella dei Cefalopodi, *Ammonites peramplus*. *Am. varians*, ecc. — Questi tre piani che si osservano così ben distinti nel bacino di Firenze si confondono e si escludono a vicenda in altre parti di Toscana. In alcuni luoghi hanno il soppravvento gli ammassi di scisti galestrini e ferruginosi; altrove ne prendono il posto i calcari compatti, in altri infine i calcari marnosi riboccanti di Gorgonie. — Nei dintorni di Pistoja sotto agli strati nummulitici si scorge un calcare sabbioso di colore azzurrastro, che esposto all'aria diventa gialliccio e quindi rossigno, mentre alla superficie formasi una specie di spugna argillosa che sotto il martello si schiaccia senza frantumarsi. Inferiormente trovansi dei calcari che hanno l' aspetto della pietraforte.

Negli strati superiori Mortillet, a cui debbonsi queste osservazioni constatò, la presenza degli Inocerami e le impronte meandriformi classificate dal Meneghini quali Nemertiliti. Negli strati inferiori osservansi alcune bizzarre impronte rigonfie terminanti a spirale, certamente attribuibili ad avanzi organici, ma finora non determinate. — Tutto questo complesso di formazioni corrisponde ai piani della Creta ad Inocerami di Brianza ed equivale alla Creta bianca transalpina. Mancano affatto i due piani della Creta media ad Ippuriti e del Neocomiano.

Quest'ultimo terreno si svolge potentissimo nell'Apennino centrale, dove forma talvolta gruppi intieri di montagne e più spesso costituisce lo strato esterno delle anticlinali. È un calcare bianco e grigio che si rivela in ammassi compatti attraversati da vene spatiche. Lo Spada e l' Orsini identificavano questo calcare colla formazione ippuritica dell'Apennino meridionale. Ma l'assoluta mancanza di Ippuriti già rendevano assai dubbia questa equivalenza, la quale infatti fu dimostrata erronea dopo che lo Zittel ha scoperto in quegli strati dei fossili schiettamente neocomiani. Questi provengono dai dintorni di Secchiano presso Cagli, dove osservasi dal basso all'alto la serie seguente: lias medio, lias superiore o rosso ammonitico, scisti ad Aptichi e finalmente degli strati di calcare bianco che contengono le seguenti specie: *Ammonites infundibulum*, D'Orb., *Am. Tethis.* D'Orb., *Am. quadrisulcatus,* D'Orb., *Am. subfimbriatus,* D'Orb., *Am. Grasianus,* D'Orb. *Am. intermedius,* D'Orb., *Am. Didayanus,* D'Orb. — Il calcare neocomiano ha una potenza di più che cento metri. Non manca nei monti Sibillini, ma raggiunge il massimo del suo sviluppo nelle montagne fra Spoleto e Norcia. Lo si scorge pur anco presso Cesi e Terni e più ad Ovest e Monticelli e a Tivoli.

Il grandioso ammasso di strati che posa sul calcare neocomiano già per il suo livello stratigrafico dev' essere ascritto alla creta media e superiore, e questa determinazione è infatti confermata dai caratteristici avanzi organici che si raccolgono nel piano più alto. Sotto il rapporto litologico possiam scinderlo in tre sezioni:

1.° Scisti a fucoidi. È una formazione che si distingue per la struttura scistosa, la poca durezza, la tinta variegata e la ricchezza di sorgenti. Zittel asserisce che nell'Apennino centrale l' esistenza di una sorgente corrisponde indubbiamente alla presenza o del rosso ammonitico o degli scisti a fucoidi. Alcuni strati contengono in gran copia le impronte di questi vegetali; non è possibile il determinarne le specie, ma pure il livello di questi scisti è così netto ed evidente e il loro aspetto così peculiare ch'essi forniscono negli Apennini un eccellente orizzonte stratigrafico.

2.° Calcare roseo. È un calcare assai potente, roseo, di poca durezza, terroso, a frattura concoide e regolarmente stratificato. Superiormente potrebbesi confondere colla Scaglia se quest'ultima non si distinguesse per l'abbondanza dei nuclei di selce mancanti invece nel calcare. Questa roccia rappresenta col Neocomiano una parte importantissima nell'orografia dell'Apennino. Il calcare roseo, dice Zittel, brillando da lungi imparte alle basse catene parallele un aspetto assai caratteristico. Le alture mollemente curvate a volta si scaglionano in gruppi graziosi; innumerevoli vallette di erosione mostrano la roccia denudata, il cui detrito ammucchiato al basso o sui piani meno inclinati fornisce un terreno eccellente alla coltura della vite. Se si ascende una delle cime le più alte della catena centrale donde si domini il paesaggio si può colorire geognosticamente la regione di colline che si estende al piede dietro le tinte della superficie del suolo. Le colline lontane dall' asse di sollevamento e coperte di macigno, come pure il piano colmato da più giovani formazioni si distinguono da lungi per la loro tinta cinerea dalla creta rosata e dai monti neocomiani giuresi e liasici.

3.° Scaglia. — Questa roccia inferiormente ha una tinta vinosa ed è ricchissima di nuclei di selce rossa. Più in alto impallidisce, vi si mescolano particelle verdicce e cineree, i nuclei silicei si fanno più radi, la stratificazione assai sottile, la roccia è terrosa e piena di fessure. Più in alto ancora la tinta verde e cinerognola prende il sopravvento, e la scaglia assume il carattere del sovrapposto e concordante macigno, dal quale non la divide alcuna linea precisa di confine. La potenza di questa formazione oscilla di molto. Sulle pendici del Catria nella regione di Fabriano,

Sassoferrato e nelle colline fra il Furlo e il Catria eguaglia quasi lo spessore del calcare rosato. Invece nella catena Sibillina la sua mole è assai ridotta. I fossili vi sono scarsissimi, ma vi si trovano alcune specie preziose per essere oltremodo caratteristiche quali: l'*Ananchites ovata*, Lmk., il *Cardiaster italicus*, un Inoceramo il *Pecten membranaceus*, D'Orb., *P. Matronensis*, D'Orb., *P. cretosus*, D'Orb, e altri fossili della Creta superiore.

La catena Apenninica che si prolunga al Sud del Gran Sasso d'Italia e fa irta tutta la regione meridionale della penisola consta quasi intieramente di rocce cretacee, le quali pertanto vi si svolgono con una potenza straordinaria. Prima di offrire alcuni cenni intorno alle località più note diamo uno sguardo alla disposizione generale della catena.

Dall'Apennino centrale che formato, come sappiamo, di rocce secondarie discende con direzione Nord-Sud dai Monti Sibillini ai Monti di Tivoli, cingendo la zona vulcanica di Toscana e del Lazio, si spiccano cinque catene tutte di calcari cretacei, le quali rinserrano quattro vallate longitudinali; la prima è la valle del Sacco da Frosinone a Velletri, la seconda è la valle del Teverone, la terza è la bassura in cui giace il lago Fucino, e l'ultima è la depressione ove corre la via da Aquila a Solmona. La catena più occidentale che è quella dei Monti Volsci orla il piano delle Paludi Pontine e si spinge fino alla punta di Gaeta i cui calcari son ricchi di Ippuriti. Le altre quattro catene convergono e s'incontrano diremmo quasi in un nodo centrale che è quello dei Monti di Castel di Sangro, Isernia, Campobasso, l'antica regione dei Sanniti. Da Campobasso la catena cretacea abbandonando la direzione Nord-Ovest Sud-Est si volge a Sud, e passando pei Monti di Piedimonte, di Vitolano, per il Picco del Taburno, per Monteforte di Avellino si spinge nella penisola di Castellamare e di Sorrento. Indi si volge direttamente ad Est e per le montagne di Teora Pescopagano, Muro, Atella, va a formare le Murge d'Altamura e di Gravina, catena di calcari ippuritici che divide le Puglie dai piani di Basilicata. Pertanto in questo cammino i terreni cretacei disegnano un triangolo che ha il vertice al Sud di Avellino. Ma nel lato orientale, che è formato dai Monti di Ariano e di Trevico, esso non si rivela che alla base delle alture la cui massa principale consta di formazioni assai più recenti, fra cui hanno una parte cospicua le sabbie e le argille del Pliocene. Anche un osservatore che non sia educato alla scienza, percorrendo queste montagne subito s'avvede d'essere entrato in una regione distinta affatto dal paese circostante. Mentre da lungi e tutt'intorno torreggiano le forme ardite dei monti calcari del Molise e dei due Principati, qui abbiamo una serie di alture dal profilo tondeggiante, un altipiano mollemente ondulato, da cui si ergono alcuni gruppi più alti, come quelli di Ariano, di Trevico, di Andretta, degradanti a scaglioni verso la pianura di Puglia. A Sud questi monti terziari son separati dalla catena cretacea per mezzo della valle dell'Ofanto sulla destra del quale sorge perfettamente isolato il Vulture, vulcano estinto ma pur contemporaneo del Vesuvio e dell'Etna perchè come questi riposa e si allarga colla base sulle formazioni plioceniche che lo circondano da ogni lato. — Perpendicolarmente alle montagne di Muro e delle Murgie si spicca un altro ramo che diretto a Sud, divide il Principato Citra dalla Basilicata, forma i monti ippuritici di Lagonegro e di Lauria e nei dintorni di Castrovillari tocca le formazioni cristalline e paleozoiche che corrono lungo la Calabria. — Sventuratamente sono scarsissime le osservazioni compiute in questa parte meridionale degli Apennini. Speriamo che fra breve si ponga riparo ad una sì deplorabile lacuna della geologia italiana, si descriva la stratigrafia di questa complicata regione e si traggano alla luce i tesori paleontologici che vi debbono essere sepolti.

Intorno al colosso del Gran Sasso d'Italia il cui nucleo sembra composto di terreni giuresi, le formazioni cretacee si dividono in due piani; inferiormente un ammasso di calcari scistosi, variegati che forse corrispondono agli scisti a fucoidi dell'Apennino centrale ed ai galestri di Toscana; superiormente dei calcari rosei, marnosi, con abbondanza di nuclei di selce, sempre in corrispondenza con quanto osservammo nell'Apennino centrale. Queste formazioni rivestono le falde del Gran

Sasso e costituiscono la massima parte delle alture circostanti. Vedremo però più avanti come anche l'eocenico macigno si erga a grandi altezze specialmente nel Pizzo di Sivo, il quale fa parte di una catena assai imponente che diretta da Nord a Sud si protende da Valle Castellana sino ai dintorni di Aquila. Lo spaccato che qui riproduciamo dalla memoria di Spada e Orsini ci presenta i monti di Campli e corre all'Ovest e parallela alla catena del Pizzo di Sivo (fig. 35). Quel lembo di terreni eocenici che scorgiamo alla estremità meridionale dello spaccato rappresenta l'ultimo avanzo della formazione che è discesa impiccolendosi dalla vetta del Pizzo. — Al Sud del Gran Sasso notiamo il monte della Majella i cui calcari contengono ippuriti e quindi appartengono alla creta media. Le medesime rocce ippuritiche si presentano nel promontorio del monte Gargano di cui formano la base e nel piccolo gruppo delle isole Tremiti, sottostanti in ambedue le località agli strati eocenici a nummuliti.

Fig. 35.

Assai importanti sono le osservazioni compiute del Capellini nei dintorni di Ariano. Riportiamo lo spaccato ch'egli ha condotto da Napoli a Foggia, il quale illustra chiaramente quella disposizione della catena Apenninica che noi abbiamo descritta (fig. 36). Il Picco del Taburno appartiene al ramo che da Piedimonte discende a Sud verso la penisola di Castellamare, mentre i monti di Ariano, i quali si allineano nella direzione Nord-Ovest Sud-Est, constano di terreni assai più recenti che colmano

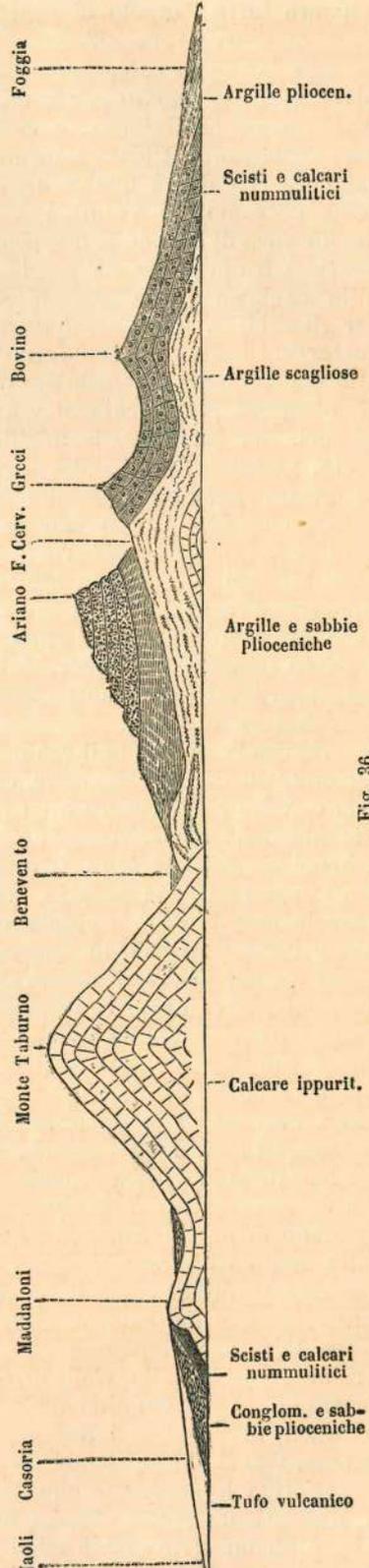
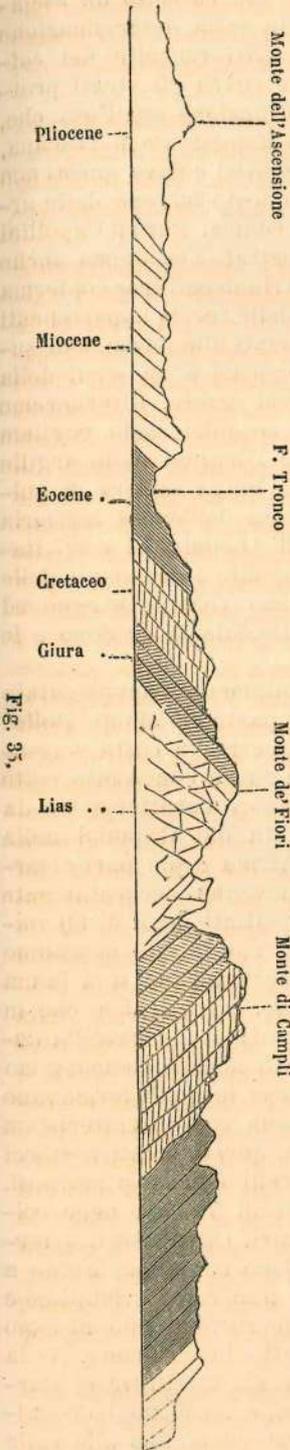



Fig. 36.

(*Proprietà letteraria*)

appunto tutto l'angolo disegnato dai due rami di calcari cretacei. Tuttavia le formazioni della creta affiorano alla base dei terreni sovrastanti, rivelandosi sotto la nota forma di calcari e di scisti galestrini. Il Capellini vi ha raccolto un esemplare di *Hipp. cornu-pastoris*, Desm., che toglie ogni dubbio sulla determinazione degli strati in discorso, e moltissime Rudiste vennero da altri raccolte nei calcari circostanti. Un'altra formazione che esiste assai potente sovra gli strati prettamente cretacei è quella delle argille scagliose. Questa formazione argillosa che, come vedremo più avanti, è sviluppatissima negli Apennini di Romagna e di Toscana, nei dintorni di Ariano si frappone fra la creta e i calcari nummulitici e dove questi non esistono fra la prima e le argille azzurre del pliocene. Finora questo terreno delle argille scagliose era da tutti gli osservatori ascritto all'epoca eocenica. Però il Capellini per gli studj compiuti nei dintorni di Bologna già ne avea sospettato l'esistenza anche nei terreni della creta. Dalle nuove osservazioni nei dintorni di Ariano egli trae conferma alla sua opinione, trovando in esse frequentissimi i frammenti delle roccie appartenenti ai sottoposti piani cretacei senza miscela di quelle appartenenti alle formazioni superiori. Per lui infine le argille scagliose non sono che i calcari e gli scisti della creta, metamorfizzati dalle sorgenti termali e dalle emanazioni gazose. Ritorneremo su questo argomento quando avremo a parlare dei terreni eocenici: solo vogliam notare che altri hanno emesse idee alquanto diverse circa l'origine delle argille scagliose. Queste sarebbero il prodotto delle eruzioni di una lunga schiera di vulcani di fango che al chiudersi dell'epoca cretacea, ed all'aprirsi dell'epoca terziaria si scaglionavano lungo la linea che or segna la catena dell' Apennino. I mari italiani offrivano allora l'imagine del Caspio attuale, dove appunto i sedimenti delle eruzioni fangose si depongono in grandi proporzioni e formano vere montagne ed isole sporgenti per qualche tempo il capo dalle onde che battendole le erodono e le distruggono in breve.

Nell'isola di Sicilia il cretaceo medio od ippuritico è potentemente rappresentato nei dintorni di Palermo dove, come sappiamo costituisce gran parte del Monte Pellegrino. Nelle parti centrale ed orientale della catena che percorre la costa settentrionale dell'isola esiste quel piano speciale della creta media che è conosciuto sotto il nome di *Rotomagiano*. L' esistenza di questo piano distinto e caratterizzato da una fauna tutta sua propria, venne primieramente constatata dal Coquand nella Francia meridionale, e poscia sulla costa settentrionale dell'Africa e più particolarmente nella provincia di Costantina la cui fauna ricchissima venne accuratamente illustrata dal Coquand stesso. Ora uno dei più interessanti risultati degli studj iniziati dal Meneghini e continuati dal Seguenza fu la scoperta che questo medesimo piano trovasi in Sicilia e sulla punta estrema di Calabria, racchiudendo una fauna che si può dire identica a quella raccolta nel terreno africano. Basti il dire che in una lista di 38 specie trovate a Brancaleone, vediamo una sola la *Crassatella calabra*, Seg., che non sia propria alla fauna di Costantina. — Gli acefali compongono la maggioranza di quei fossili, e predominanti sono le Ostriche le quali formavano dei banchi potenti; fra i pochi cefalopodi notiamo quella specie così caratteristica che è l'*Ammonites Rothomagensis*, Lmk. — Litologicamente questi strati cretacei constano di argille variegate fra cui si interpongono straterelli calcari e marnosi. Sulla punta calabrese si scoprono al Sud di Reggio nella valle di Vrica e nelle colline circostanti al capo di Bova; quivi i fossili sono assai rari. Oltrepassati i terreni cristallini del capo di Bova, le rocce cretacee ricompajono continuando fino a Torre Varata. Si interrompono di nuovo per cedere il posto alle rocce cristalline e terziare, poscia dalla valle di Galati si distendono senza interruzione fino al capo Bruzzano diventando oltremodo fossilifere presso S. Giorgio sotto Brancaleone. Nella provincia di Messina il Rotomagiano si rivela principalmente nel territorio di Barcellona, formando dei lembi isolati che posano sugli scisti e sulle formazioni cristalline. Forma le collinette che dalle valle di Santa Lucia si protendono fino alla valle di Mazzarà, un piccolo lembo sulle colline di S. Piero, un altro in vicinanza di Pezlo, e alcuni strati ricchissimi di fossili nelle valli di Lando e di Migliardo. Finalmente nella parte centrale della catena il Rotomagiano forma il pendio meridionale

dei monti delle Madonie con abbondanza di fossili fra Polizzi e Caltavuturo. Già dicemmo come nella provincia di Messina riposi direttamente sulle formazioni cristalline; alle Madonie gli succede in basso un calcare che forse appartiene al terreno titonico, e in Calabria un altro calcare che contiene dei resti di encrini ed è di dubbia determinazione.

Come dunque risulta dai cenni che abbiam dato finora, la catena della costa settentrionale di Sicilia è interessantissima pel geologo, offrendogli in quell' isola per tanta parte composta di terreni recenti, una lunga zona, in cui le formazioni secondarie son quasi tutte rappresentate e contengono fossili in gran copia. Nella punta nord-orientale da Taormina a Messina si scaglionano sulle rocce cristalline e paleozoiche potenti ammassi di dolomie triasiche e lembi dei terreni infraliasico, liasico e titonico; nei dintorni di Messina abbondano le rocce cretacee, le quali alternando coi terreni giuresi, toccano Palermo e il monte Pellegrino, formando lungo il lido settentrionale una regione pittoresca ed amena in aperto contrasto, nell'isola stessa, colle monotone e squallide sponde che son battute dal mare africano.

LA VITA NEI MARI ITALIANI DELL'EPOCA SECONDARIA

Or che abbiamo tracciato le linee principali della stratigrafia dei terreni componenti il suolo d'Italia, e rappresentanti le due epoche paleozoica e secondaria, prima di proceder oltre e di analizzare le complesse e ricchissime formazioni dei terreni terziari, vogliamo arrestarci alcuni istanti onde osservar più dappresso le traccie che la vita ha deposto negli strati di cui abbiamo studiato la serie e l'andamento. — A chi appena non è digiuno di geologia è noto che è appunto sulla osservazione degli avanzi organici che è basato tutto o quasi tutto l'edificio della storia geologica del globo. La scoperta che ad ogni epoca e quindi ad ogni formazione deposta in quell'epoca corrisponde un mondo vegetale ed animale affatto proprio e diverso, quando lo si guardi nel suo complesso, dalle popolazioni che lo hanno preceduto e da quelle che lo hanno seguito sulla superficie della terra, segna un passo gigantesco compiuto dalla umana intelligenza. È una di quelle scoperte che aprono nuovi ed infiniti orizzonti, che abbattono d'un colpo un' enorme barriera di pregiudizi e di errori, ed entrano come coefficiente nella formazione di un concetto vero ed esatto della essenza e del significato dell'universo. Pertanto la paleontologia dopo essere stata una scienza sussidiaria della geologia, acquistò in breve una importanza non minore di questa, diventò scienza indipendente ed eminentemente progressiva; ha una schiera di cultori che sempre più ingrossa e per quanto in essa siano facili e frequenti le cause degli errori e vaste le lacune, pure ha già gittato nel tesoro comune delle cognizioni umane una messe prodigiosa di fatti e di scoperte, ed è ad essa che è riservato in ultima analisi il giudizio definitivo delle brillanti e seducenti ipotesi che riguardano le origini e lo sviluppo della vita. Abbiam detto che son facili gli errori; infatti se il lavoro della classificazione è arduo ed incerto anche quando si tratti di organismi viventi e quando pertanto si può studiare la struttura e il giuoco degli organi interni, diverrà mille volte più arduo quando si abbia per unico criterio l'impronta lasciata sulla pietra dalle forme esterne o qualche frammento delle parti solide costituenti l'animale. E questa difficoltà è ancor maggiore trattandosi di quegli esseri appunto che hanno lasciato in maggior copia i loro avanzi negli strati della terra, e che appartengono alla sezione degli invertebrati. Infatti negli animali superiori la cognizione della legge di correlazione fra gli organi è giunta a tal grado che avendo fra le mani un osso,

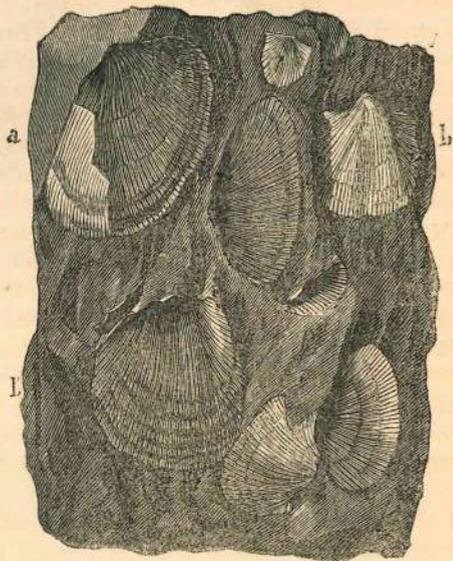
un dente, un frammento qualsiasi del corpo, il zoologo può di grado in grado risalire alla completa ristaurazione dell'animale che lo possedeva. Ma negli organismi inferiori la legge di correlazione delle parti è assai meno rigorosa o per meglio dire assai meno evidente, e quindi riesce assai più difficile il ricreare con un pezzo di conchiglia l'essere specifico che l'abitava, l'indicare con sicurezza quali siano nelle divergenze delle forme quelle che segnano una reale diversità di tipo e quelle che non sono che variazioni accidentali e passaggiere. Quindi in paleontologia più ancora che in zoologia si avvera la separazione degli osservatori in due schiere di cui l'una tende a moltiplicare le specie, a ingrandire il significato delle differenze formali, l'altra tende invece a riunire le forme divergenti sotto a tipi sempre meno numerosi, a trascurare le differenze per dar maggior peso alle somiglianze.

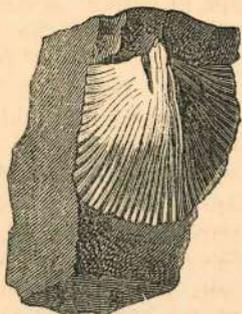
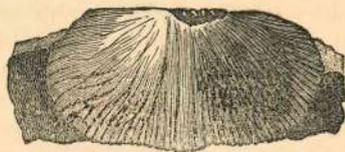
Quanto poi alle lacune che abbiam detto verificarsi in questa scienza, facilmente le può imaginare il lettore il quale sa quanto piccola sia la parte di superficie terrestre esplorata, e che anche in questa i fossili non sono equabilmente diffusi, ma sparsi qua e là a colonie, a gruppi dipendenti non solo dalle antiche condizioni dell'ambiente che poteva essere in un punto opportuno ed in un altro sfavorevole al loro svolgimento, ma ben anco dalle vicende a cui furono in preda i sedimenti che li contenevano. Quel processo termo-chimico, che sotto il nome di metamorfismo, riplasmò e alterò una parte sì grandiosa delle rocce componenti la corteccia del globo avrà di certo intaccati anche i fragili resti degli organismi che vi erano sepolti. Pertanto tutta la serie degli animali e delle piante vissute nelle epoche trascorse noi non la conosciamo che a sbalzi, che ad anelli isolati disposti bensì in un dato ordine di successione, ma non collegati in catena per la mancanza degli anelli intermedii. Fu appunto perciò che i primi osservatori proclamarono l'assoluta distinzione fra la fauna di un'epoca e quelle delle epoche precedenti e susseguenti. Ognuna di essa rappresentava un tutto completo che aveva in sè stesso il principio ed il fine; insomma il mondo della vita era stato ricreato tante volte quante erano le età in cui poteva scindersi la storia del globo. Queste sono idee completamente cadute. Allorquando si cominciò a comprendere che i mutamenti e le vicende a cui era andata soggetta la superficie terrestre non poteano essere effetti di cataclismi violenti e periodici, ma piuttosto indicavano l'azione persistente e lenta delle forze ancor oggi vigenti ed elaboranti il globo, quando infine il mondo inorganico apparve soggetto a un processo di continua evoluzione, anche le idee risguardanti il mondo della vita dovettero subire un'analoga modificazione e piegarsi anch'esse alla tendenza dominante. A ciò si aggiunge che sebbene, come abbiamo detto, della catena del mondo organico non restano che alcuni frammenti, pure non passa giorno che non si scopra qualche tipo, qualche forma intermedia, in cui pertanto non si accorci la distanza che separa un gruppo dall'altro. Il gran complesso delle forme organiche ormai si raffigura come una scala che poggiando sulle infime manifestazioni della vita s'innalzi continua fino al vertice delle forme animate, ed anche laddove osservasi qualche vuoto sappiamo che quel vuoto esiste nella nostra ignoranza e non già nella realtà delle cose. — Questo concetto così semplice e razionale rese più incerto il sussidio che la paleontologia può recare alla geologia, poichè allorquando si ammettesse che ogni fauna sia assolutamente limitata e caratteristica di un'epoca, basterebbe il trovarne una specie in un dato terreno perchè questo terreno fosse geologicamente classificato; ma se le forme invece hanno trasbordato oltre le barriere in cui volevansi prigioniere, protendendosi nelle epoche successive ed unendosi sia per dirette modificazioni sia per mezzo di tipi intermedii alle forme più giovani che possedevano l'avvenire, è evidente che il dedurne dalla loro presenza l'età di un terreno, è opera estremamente delicata. I tipi indubbiamente caratteristici diventarono assai scarsi e più ancora che ad essi è al complesso della fauna e della flora, è all'aspetto d'insieme, alle linee principali che dobbiamo fissare lo sguardo per trovarvi il criterio del loro significato cronologico.

In quasi tutta l'Italia le ricerche paleontologiche non riescono fruttuose che cominciando da quei terreni che segnano l'alba dell'epoca secondaria. Nei terreni

paleozoici non abbiamo che la flora alpina che già conosciamo nei suoi tratti principali e che ombreggiava le isole sorgenti lungo la linea segnata approssimativamente dall'asse della catena alpina; la fauna marina carbonifera delle montagne del Friuli, e la fauna siluriana di Sardegna. Intorno alla prima mancano gli studii. Diversa è la sorte della seconda che ebbe nel Meneghini un esimio illustratore. Prima di descrivere le forme assunte dalla vita nei mari secondari, diamo un'occhiata a questo mondo antichissimo. E rammentiamo che, sebbene i suoi avanzi or non si raccolgano che nei monti di Sardegna, ciò non vuol dire che gli altri mari italiani fossero in quell'epoca un deserto inanimato. Possiamo anzi esser certi che erano popolati dalle medesime forme o da forme affini, e il non trovarne or la traccia che in un'area così limitata non dipende che dalle speciali vicende a cui furono in preda i sedimenti paleozoici delle regioni italiane.

Abbiamo veduto come il giacimento fossilifero siluriano dell'isola di Sardegna possa scindersi in tre piani distinti, a ciascuno dei quali corrisponde una fauna speciale. Il piano inferiore è composto di rocce scistose ed è distinto paleontologicamente per l'assoluto predominio dei brachiopodi. Questi molluschi a due valve che costituivano una parte grandissima delle popolazioni degli antichi mari e le cui schiere or si sono estremamente assottigliate ci presentano un tipo singolare e assai ben delimitato. — Il corpo del brachiopodo è contenuto in una conchiglia a due valve di cui l'una è assai più grande e più gonfia dell'altra. L'animale è piccolissimo in proporzione della conchiglia di cui non occupa che la regione più vicina alla cerniera. Il sacco che rinchiude i visceri si prolunga in una specie di mantello composto di due pagine che tappezza, come negli altri acefali, l'interno del guscio, ma che nei brachiopodi offre la particolarità di insinuarsi per mezzo di tubetti a fondo cieco nella parete del guscio stesso, la quale pertanto ne rimane perforata; disposizione che probabilmente si collega alle funzioni respiratorie, mancando nei brachiopodi quegli organi che negli altri animali acquatici servono appunto a questa funzione e che sono le branchie. Sembra tuttavia che il processo respiratorio più ancora che dai lobi del mantello si effettui per mezzo di un apparato speciale che occupa tutta la parte della conchiglia lasciata vuota dall'animale. Consta di due braccia frangiate che altro non sono se non prolungamenti laterali delle labbra. Queste braccia essendo lunghissime in confronto della conchiglia, debbono, onde capirvi nell'interno, ravvolgersi e raggomitolarsi sovra sè stesse, e nella maggior parte dei generi sono sostenute da uno scheletro solido. È dubbio che l'animale possegga la facoltà di protenderle all'infuori del guscio, e son due le funzioni che debbono compiere; la prima è quella di produrre col continuo movimento delle ciglia di cui sono frangiate, una corrente che apporti gli alimenti alla bocca; la seconda, quella di fornire al sangue che vi affluisce, spintovi dal cuore, una serie di minutissimi vasi in cui ossigenarsi al contatto dell'acqua. Ed è appunto allo scopo tanto di rendere più viva la corrente che entra nella conchiglia, quanto di aumentare la superficie ossigenante che le braccia si allungano e si ravvolgono a spirale. Nella maggior parte dei generi le due valve sono articolate l'una sull'altra per mezzo di una cerniera composta di due denti nella valva maggiore che si insinuano in due corrispondenti incavi nella valva minore. Un complicato sistema di muscoli serve ad aprire ed a chiudere le valve, e questo sistema è ancor più complicato in quei pochi generi che non hanno cerniera a denti e quindi è maggiore il bisogno di un forte serrame che impedisca ai due gusci di scivolare l'uno sull'altro. L'uncino della valva più grande è generalmente forato onde dar passaggio a un mazzo di fibre muscolari destinato a fissar l'animale sovra gli oggetti esterni. Fra quest'uncino gonfio e ricurvo e l'orlo della cerniera di solito rettilinea esiste uno spazio triangolare detto l'*area* in cui trovasi un piccolo apparecchio composto di due laminette anch'esse triangolari, detto il *deltidio;* tutte parti e dettagli assai importanti per la determinazione dei generi fossili. — I brachiopodi rappresentano indubbiamente l'infima classe del gran ramo dei molluschi. Il loro sistema nervoso è pressochè eguale a quello delle Ascidie, non possedendo alcun organo speciale dei sensi. Sono tutti animali marini e si trovano penzolanti dagli alberi corallini o

dalla superficie inferiore delle rocce che si protendono nelle onde. Sui letti argillosi veggonsi di rado; fanno invece preferito soggiorno di quei fondi che son composti di fango calcare, e si attaccano a qualsiasi oggetto e si agglomerano gli uni sugli altri. — Fra tutti i molluschi son quelli che hanno avuto la massima diffusione sotto il triplice rapporto del clima, della profondità e del tempo. Trovansi nei mari tropicali e nei mari polari; negli stagni lasciati dalla marea sulla spiaggia, e alle massime profondità marine finora esplorate. Nei mari attuali sono rappresentati da cinque famiglie che comprendono 102 specie, mentre i brachiopodi fossili contano otto famiglie con 1842 specie, e notiamo che per una gran parte queste forme erano proprie dei mari paleozoici dove costituivano il 30 per cento dei molluschi allora viventi; nei mari dell'epoca terziaria questo rapporto è ridotto al mezzo per cento e lo è più ancora nei mari attuali. — Fra i brachiopodi del Siluriano di Sardegna predominano i tre generi: *Orthis*, *Orthisina*, *Leptaena*. L'*Orthis* (fig. 37 e 38) ha una conchiglia assai depressa. La valva maggiore ha un uncino poco saliente e un'area perforata per la quale passava il muscolo che assicura l'animale alla roccia. Le braccia interne non erano sostenute da solida armatura. L'*Orthisina* (fig. 39) si distingue dall'*Orthis* per la forma della valva maggiore che è grande, subconica e provvista di un'area perforata assai vasta e di un deltidio. Pare che talvolta, nella vecchiezza dell'animale, si turasse il foro per cui esciva il peduncolo assicurante. La *Leptaena* (fig. 40) ha una conchiglia trasversale, la cui valva maggiore è assai convessa e quasi ripiegata lungo il suo contorno. Questo

Lamina di scisto con impronte d'*Orthis patera*. Salt
a, b' valva ventrale — b, valva dorsale.
Fig. 37.

Orthis noctilio. Sharp. valva ventrale
Fig. 38.

Orthisina intermedia. Mngh.
Fig. 39.

Leptæna trimera. Mngh.
Fig. 40.

mollusco non poteva fissarsi stabilmente come facevano i tipi precedenti, essendo completamente chiuso il foro peduncolare. L'*Orthis* è una forma che ha vissuto dal Siluriano inferiore al carbonifero, e la si trova, oltre che in Europa, nelle due Americhe e nel Thibet; l'*Orthisina* è caratteristica del Siluriano inferiore d'Europa, mentre la *Leptaena* ha perdurato fino all'epoca liasica, nei cui mari ha trovato la tomba.

A questo periodo in cui predominarono i brachiopodi successe un altro durante il quale si svolsero con grande ampiezza le colonie dei polipi e specialmente dei briozoari. Son quest'ultimi animaletti i quali secernono una specie di cellula generalmente calcare in cui soggiornano, e siccome ponno riprodursi anche per gemmazione, così rimanendo i figli congiunti ai genitori, si formano delle associazioni ora arborescenti, ora massicce che hanno la massima analogia con quelle edificate dai coralli. Eppure l'animale pe' suoi caratteri interni, per la forma del canale intestinale, per l'apparato delle branchie e più ancora per l'esistenza di un sistema nervoso, occupa nella scala degli esseri un posto più alto di quello dei raggiati, e si avvicina al tipo del mollusco. — I briozoari si trovano nei terreni di tutte le epoche geologiche, aumentando gradatamente di numero dalle più antiche fino all' epoca cretacea, in cui raggiunsero il massimo del loro sviluppo; indi andarono decrescendo ma vivono però ancora in grande abbondanza nell'epoca presente. I briozoari che prosperavano nei mari siluriani di Sardegna appartengono per la massima parte ai generi *Ptilodyctia* e *Strictopora* formanti delle colonie arborescenti a rami compressi, colle cellule disposte lungo i due lati del tronco e dei rami.

Successe infine un terzo periodo distinto per l'invasione dei cefalopodi e per lo sviluppo dei graptoliti. Appartengono i primi all' ordine dei cefalopodi tetrabranchiati, i quali nelle epoche paleozoica e secondaria popolavano i mari di turbe innumerevoli, ed ora son ridotti ad un genere solo, il genere Nautilo, isolato rappresentante di un tipo già sì potente. Sono molluschi altamente organizzati provvisti di occhi peduncolati, di mandibole calcari, di numerosissime braccia che attorniano il capo, di quattro branchie e di una conchiglia esterna. Ponno vogare sulle onde, rigettando l'acqua da un tubo o imbuto che è in comunicazione cogli organi respiratorii, imprimendo per tal modo a tutto il corpo un movimento retrogrado. Tuttavia se si deve giudicare dalle abitudini del Nautilo vivente e da alcune particolarità delle conchiglie fossili, non sembra che i cefalopodi tetrabranchiati possedessero tutta quella libertà e prestezza di moti che distingue gli animali dell'altra divisione della classe, quella cioè dei cefalopodi nudi o dibranchiati, alla quale appartengono, eccettuato il Nautilo, tutti i cefalopodi ora viventi. Quest' ultimo è un animale strisciante che di quando in quando sollevasi sulle onde e voga per qualche tratto, espandendo le braccia ed espellendo un getto d'acqua; ma presto si raggomitola, si capovolge e cala al fondo su cui cammina col capo nel fango. — Interessantissima è la forma e la disposizione della conchiglia, che passa per tutti i gradi intermedii fra il bastone diritto dell'Ortoceratite e la spira ravvolta del Nautilo e dell' Ammonite. Internamente è divisa in cellule da una serie di diaframmi congiunti l'uno all'altro da un tubo o sifone che percorre tutta la conchiglia. L'animale soggiorna nell'ultima cellula, cioè in quella che si apre all' esterno. Egli nel suo sviluppo continua ad avanzarsi costruendosi mano mano il guscio, e quando ha raggiunta la voluta distanza s'arresta e secerne un nuovo diaframma formando in tal modo un'altra cellula vuota nell'interno della conchiglia. I diaframmi lungo la linea di giunzione col guscio disegnano delle linee bizzarre ora a curve, ora a zig-zag, ora a fogliami, che riescono molto importanti per la classificazione delle forme fossili. Lo scopo dei diaframmi è quello di rendere robusta la conchiglia, che altrimenti sarebbe esposta, vuota come si trova, a facile rottura, e d'altra parte di determinare la formazione di camere aeree, di cui giovasi l'animale nel suo passaggio dal fondo alla superficie del mare e viceversa. Non è ben chiaro l'uso a cui serve il sifone che come dicemmo percorre tutta la conchiglia, in alcune forme mantenendosi centrale, ed in altre più presso ad uno dei margini, esterno od interno, della conchiglia stessa, ma probabilmente esso coopera, mercè l'elasticità delle sue pareti alla alternante compressione e dilatazione dell'aria nelle camere vuote. Nel Nautilo è un tubo membranoso, nella maggior parte dei generi fossili consta di una serie d' imbuti o di corpicciuoli vuoti nell'interno. In alcuni generi antichissimi è assai ampio, contiene nel suo centro un tubo più piccolo e lo spazio intermedio è riempito di laminette raggianti.

Nei mari siluriani di Sardegna i tetrabranchiati son rappresentati da un nu-

mero grandissimo di Ortoceratiti, dalla conchiglia perfettamente diritta e dal sifone centrale. Le Ortoceratiti sono i più antichi rappresentanti della grande tribù dei cefalopodi. La loro comparsa nei mari siluriani è subitanea; entrano sulla scena della vita con tanta ricchezza di forme e d'individui da indurre a credere che la genesi loro sia avvenuta in altre regioni ancora sconosciute donde migrarono nei mari di cui esploriamo i fondi prosciugati. Qui riportiamo alcune delle specie più interessanti che caratterizzano i terreni di Sardegna (fig. 41, 42, 43 e 44.

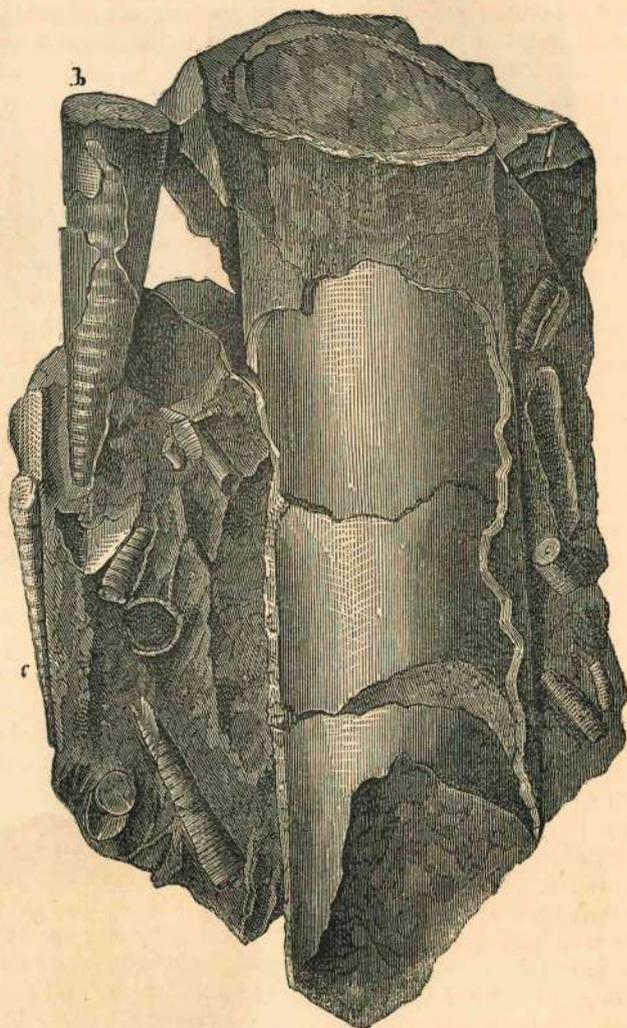
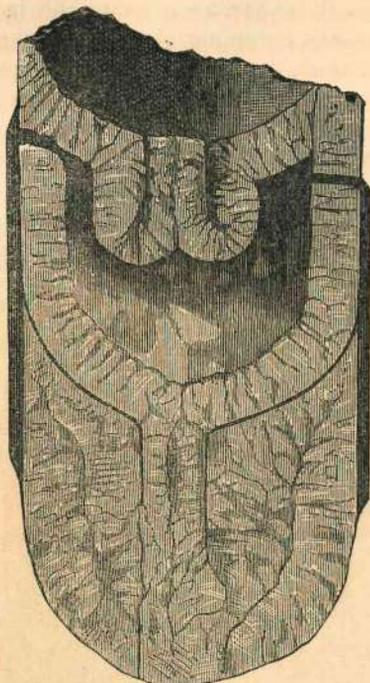
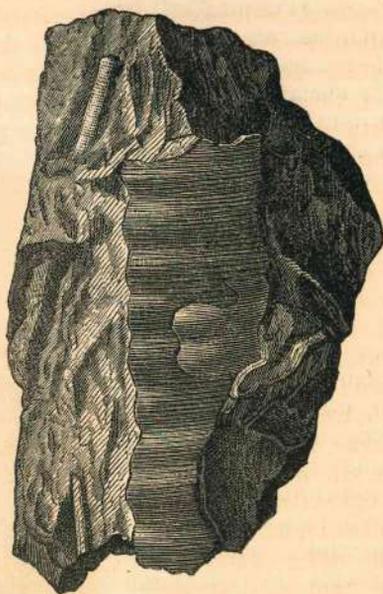
Il Graptolite era un bizzarro animaletto il quale non visse che nella età siluriana toccando in breve il vertice della sua prosperità e decadendo con eguale prestezza. Immaginiamo uno stelo solido, cilindrico, assicurato alla roccia per mezzo di radici filamentose, talvolta diritto, tal'altra incurvato alla cima ed anche ravvolto a spira. Parallelamente allo stelo corre un tubetto vuoto, lungo il quale s'inseriscono le cellule più o meno oblique per rispetto all' asse. Le cellule in alcune forme sono completamente saldate fra di loro, in altre hanno libera l'estremità, in altre ancora sono piantate a distanza l'una dall'altra. In certi generi sono disposte in una linea sola in altri su due linee parallele, e in generale all' estremità superiore sono più piccole e vanno assottigliandosi, ciò che mostrerebbe come l' animale crescesse per l'apparizione successiva di nuove gemme alla libera estremità. In questo complesso abbiamo una associazione di individui, un vero polipaio. Nel tubetto vuoto si trovava quella parte del tessuto animale che collegava i vari individui e che era il tronco comune donde questi si spiccavano, ed ogni cellula comprendeva un individuo isolato. Certi Alcionari, certe Pennatulidi ora viventi presentano una grande analogia colle forme bizzarre dei graptoliti, i quali pertanto verrebbero a cadere nel gran gruppo dei Zoantari. — I terreni siluriani di Boemia sono la sede principale dei graptoliti, ma anche quelli di Sardegna, specialmente della regione centrale, ne sono assai ricchi. Il fondo del mare dovea offrir quasi l'aspetto di una selva di questi delicati ed eleganti organismi, di cui l'onda mollemente agitava il pieghevole stelo nascendone il più vago ed animato spettacolo, mentre torreggiavano fra essi le po-

Orthoceras grande, Mngh.
b. *Orthoceras subconoideum*, Mngh.
c. *Orthoceras simplex*, Desn.

Fig. 41.

tenti Ortoceratiti, e penzolava dalla rupe vicina qualche solitaria brachiopodo (figura 45 e 46).

Coi cefalopodi e coi graptoliti viveano anche numerosi individui di un piccolo

Sezione longitudinale dell'*Orthoceras grande*.
Fig. 42.

Orthoceras fluminense, Mngh.
Fig. 43.

lamellibranchio, la *Cardiola interrupta*, Brd (fig. 47), interessante per essere assai diffusa nei terreni siluriani d'Europa e d'America. Questo mollusco non sopravisse all'epoca devoniana.

Ma se vogliamo formarci un concetto adequato della potenza dello svolgimento vitale in quell'epoche remote, dobbiamo aver riguardo a un fatto che gli studi e le esplorazioni più recenti hanno posto fuor di dubbio ed è che i grandi ammassi di calcari rappresentano sempre o quasi sempre l'opera degli organismi viventi; sono l'elaborazione dei loro processi vitali. La loro formazione può attuarsi in due modi diversi; o sono le colonie di coralli le quali fabbricano, secernendolo dal proprio corpo, l'edificio calcare su cui poggiano e prosperano, o sono i più minuti animaluzzi, le foraminifere, le globigerine, i quali addensandosi nelle acque dei mari per modo che ogni goccia ne contiene intiere popolazioni, e deponendo i loro

a. *Orthoceras subtrochleatum*. Mnst. — b. *Orthoceras subannulare*. Mnst.
c. *Orthoceras subciprinum*. Mnst. — d. *Orthoceras canonicum*. Mnst.
Fig. 44.

gusci, i loro avanzi sul fondo marino, costituiscono un pavimento calcare che ogni giorno si ricopre di uno strato novello. Nell'epoca nostra quel primo modo di formazione si manifesta in proporzioni colossali nell'Oceano Pacifico, dove i coralli stanno edificando un continente che sorgerà nel futuro; il secondo nell'Oceano Atlantico, sul cui fondo lo scandaglio dell'esploratore non raccoglie che un fango calcare, tutto composto delle reliquie esilissime di microscopici animali. Fermiamoci un istante ad osservare più minutamente ognuno di questi due processi generatori di rocce. — I coralli rappresentano un tipo animale estremamente interessante. Constano di una massa calcare in alcuni casi compatta e massiccia, in altri dendriforme e ramosa la quale è rivestita da un mantello, da una membrana organica e vivente. La superficie di questa membrana è tutta cosparsa di cilindretti vuoti circondati da mobili tentacoli. Ebbene ognuno di questi corpicciuoli rappresenta un individuo. Il cilindretto è il canale digerente a cui le braccia, agitandosi nell'acqua, apportano l'alimento. Gli individui sbocciano come fiori da gemme le quali si formano alla superficie della membrana, per cui ognuno d'essi mentre ha una vita assolutamente propria, è nello stesso tempo collegato al resto della colonia per mezzo del tessuto organico che si interpone fra di loro, alla cui nutrizione tutti contribuiscono per propria parte e che è la matrice in cui si svolgono alla vita. È appunto questo tessuto il quale secerne dalla sua parete interna lo scheletro calcare su cui poggia la colonia corallina, e mano mano che il tessuto si allarga generando nuovi individui, anche lo scheletro si innalza e si ingrossa. Possiamo pertanto, scrive Heer, paragonare il polipajo a un albero. In questo la vita è limitata alla periferia, alla corteccia o alle parti che le sono immediatamente vicine, mentre le parti centrali son morte; egualmente nel polipajo la vita è circoscritta alla membrana corticale. Se non che in questo i singoli individui sono assai più indipendenti di quel che siano le gemme e le foglie nelle piante. La parte periferica e vegetativa è veramente, nell'albero, la sede e il veicolo della vita ed è per suo mezzo che funzionano tutti gli organi dalla radice alla punta estrema; ma il mantello del polipajo muore nelle sue porzioni invecchiate, e non vive e non cresce che nei rami più giovani; nell'albero è il tessuto periferico che porta l'alimento alle gemme che sono gli individui della colonia vegetale; nel

1. *Graptolithus antennulatus.* Mngh. — 2. *Graptolithus Lamarmoræ.* Mngh. — 3. *Graptolithus colonus.* Barr. — 4. *Graptolithus celophorus.* Mngh. — 5. *Graptolithus hemipristis.* Mngh.

Fig. 45.

polipajo invece son gli individui che nutriscono il tessuto comune. I polipi pertanto ponno per secoli e secoli edificare sul medesimo cespite calcare, lavorando i giovani sullo scheletro lasciato dalle spente generazioni. E qui rivelasi un'altra differenza fra il polipaio e la pianta: il legno cui riveste la corteccia vitale, e per sua natura si decompone e si sfascia; ma la pietra su cui poggia il polipo resiste al tempo ed alle vicende. Che ci rimane delle foreste le più lussureggianti col rimutarsi delle età geologiche? Uno strato sottile di carbone. Sono eterne invece le selve pietrose dei polipaj e compongono da sole enormi strati della corteccia del globo. — Sul modo col quale vivono i coralli e crescono i polipaj hanno gittata vivissima luce le ricerche di Darwin, confermate da successivi esploratori. Generalmente i banchi corallini orlano i continenti e le isole di immani barriere, e nella zona interposta si allargano acque tranquille che divengono il soggiorno prediletto di innumerevoli popolazioni d'animali. Vermi, echini, oloturie e molluschi, tutti animali generatori di calcare vi si addensano producendo colle loro secrezioni una specie di fango calcare che poi cementa insieme in una roccia compatta i gusci degli animali morti, i frammenti di polipajo e tutti quegli altri avanzi che la marea o l'onda della procella, scavalcando la barriera, depone sul fondo della calma laguna. Vi si produce pertanto un pavimento bianco, luccicante, durissimo, simile affatto ai nostri calcari fossiliferi. — Ma il fatto che più importa di notare, se vogliamo darci una ragione della vastità delle costruzioni coralline è questo che i polipi prosperano generalmente al pelo dell'acqua e che ben di rado si trovano viventi a una profondità maggiore di duecento piedi. Pertanto se il fondo su cui hanno costrutte le loro dimore riman fisso, essi, raggiunto che abbiano il voluto livello, potranno allargarle orizzontalmente ma non aumentarne l'altezza; se il fondo si innalza, portando la costruzione all'asciutto morranno lasciandola interrotta; ma se il fondo, e questo è il caso più interessante, è soggetto a un continuo e lento abbassamento essi a lor volta fabbricheranno nuovi piani sovra gli antichi, in modo che procedendo di pari passo l'innalzamento del loro edificio collo sprofondamento del suolo riescano a mantenersi a quel preciso livello che è richiesto dalle loro condizioni vitali. — È appunto questo il fenomeno che si attua presentemente a scala gigantesca nella gran vastità dell'Oceano Pacifico. Il

6. *Graptolithus Gonii.* Mngh. — 7. *Graptolithus falcatus.* Mngh. — 8. *Graptolithus mutuliferus.* Mngh. — 9. *Graptolithus priodon.* Brn.

Fig. 46.

fondo di questo mare, sovra un' area che non è ben delimitata, ma che certo comprende gli arcipelaghi australiani va lentissimamente sprofondandosi. Or si noti che il Pacifico è nel medesimo tempo il regno dei polipaj, i quali richiedendo un clima tropicale vi prosperano meravigliosamente, donde nasce che i loro edificj continuano incessantemente ad elevarsi, acquistano dimensioni sempre maggiori e costituiscono direi quasi il substrato su cui si ergono i picchi più eccelsi e i coni vulcanici tanto frequenti in quell'acque. Spessissimo avvenne che tutta quanta l'isola cui cingevano le muraglie coralline, in forza del continuo abbassamento, siasi intieramente nascosta nella profondità dell' Oceano, ma non per questo interruppero l' opera loro gli esigui animaluzzi. In tal caso la barriera animata più non circonda una terra interna, ma bensì una laguna, un basso fondo brulicante di vita. Lungo il vertice di quella barriera si depongono i detriti portativi dal mare; in breve si forma un velo di terra vegetale su cui verdeggiano i palmizj e le felci; è un'oasi dove le varie forme della vita si intrecciano e reagiscono le une sulle altre e dove vanno accumulandosi gli strati degli avanzi organici fino a raggiungere una incalcolabile potenza. — Or si pensi alla immensità dell'area su cui ha luogo il fenomeno e poi si vegga se non si possa con tutta ragione asserire che là si va formando mercè l'opera di infimi organismi, un continente di calcari che sorgerà nel futuro, e che certo per le sue dimensioni potrà reggere al paragone di questo su cui ora noi abitiamo; e l'investigazione del processo col quale il primo presentemente si crea ci dà la chiave per comprendere la formazione apparentemente misteriosa del secondo.

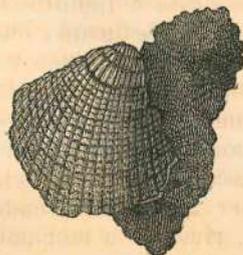



Fig. 47.

Ma abbiamo detto che i calcari ponno, mediante i processi organici, formarsi in due modi di cui l'uno consta del lavoro dei polipi, e l'altro della continua deposizione sul fondo del mare di minutissimi organismi a guscio calcare. Trovammo il primo processo attualmente in azione sul fondo dell'Oceano Pacifico, per investigare il secondo ficchiamo lo sguardo nelle profondità dell' Atlantico. Il suolo di questo mare dalle coste dell'Irlanda a quelle di Terra Nuova costituisce una immensa pianura. Staccandosi dall'Irlanda il suolo discende per circa duecento miglia, poi succede la gran pianura centrale che ha una larghezza di mille miglia. Le ineguaglianze della superficie sono appena percettibili sebbene la profondità dell'acqua sia tale che, come dice Huxley, vi si potrebbe sommergere il monte Bianco. Quindi comincia l'ascesa verso la spiaggia americana, che continua per un tratto di circa trecento miglia. — La superficie della pianura centrale, che conta centinaja di miglia anche nella direzione da Nord a Sud, è coperta da un fango fino che quando è secco si rivela composto di una sostanza friabile bianco-grigiastra. L'analisi chimica insegna che consta quasi intieramente di carbonato di calce e il microscopio che in essa si ammucchiano innumerevoli Globigerine sepolte in una matrice granulare. Le Globigerine sono ammassi microscopici di cellule più o meno numerose, comunicanti le une colle altre e disposte in forme diverse, l'una delle quali e la più frequente si assomiglia a quella del lampone. Nell' interno ognuna di queste cellule è riempita da una sostanza molle, animale, che costituisce l'organismo vivente. È un organismo affatto elementare, senza alcuna distinzione di parti e che non manifesta la sua vitalità che per il vicendevole moto di allungamento e di contrazione di filamenti che si protendono dalla massa interna. — Questi infimi organismi sia che vivano sul fondo, come molti indizj fanno credere, sia che vi piovano dalle acque sovrastanti formano pertanto il pavimento di quell'immenso Oceano: esempio non meno eloquente di quello fornito dalle costruzioni dei polipi del modo con cui nella natura si ottengano i più grandiosi effetti coll'accumulamento e la persistenza di tenuissime cause. È questo un precetto che non dobbiam mai dimenticare nello studio di tutti i fenomeni rivelatici dall'universo, ma l'uomo invece ubbidisce quasi sempre alla tendenza di trovare ad ogni effetto una causa immediata e subitanea e quindi, trascurando ne'suoi calcoli quel fattore irresistibile che è il tempo, cade nella necessità

di creare delle forze ipotetiche e misteriose a cui possa far risalire l'origine di quanto egli osserva.

Negli strati di cui si compone la corteccia del globo havvene uno il quale è formato precisamente nel modo stesso del fondo dell'Atlantico. È il calcare dell'epoca della Creta d'Inghilterra e di Francia. Veggonsi in esse le medesime Globigerine, ammucchiate in una identica matrice, infine è una sola e medesima cosa e non è forse fuor di ragione l'asserire che i sedimenti dell'Atlantico attuale non sono che la continuazione non interrotta dei sedimenti di un Atlantico cretaceo. — Ma a noi più ancora che questo caso parziale importa di far notare la possibilità della formazione degli strati calcari per effetto del continuo accumularsi di organismi minutissimi. È evidente che la traccia di questi organismi non potrà sempre essersi conservata nelle vicende che lo strato ha subito, ma quest'ultimo, per quanto alterato, rimarrà a monumento perenne del processo vitale a cui deve l'esistenza.

Le ricerche compiute in questi ultimi anni dai naturalisti d'Inghilterra e d'America sulla natura del fondo dell'Atlantico e che or si vanno continuando nel Mediterraneo hanno già dati grandi risultati e allorquando saranno moltiplicate al punto da poterne dedurre delle leggi generali avremo il mezzo per ricreare mentalmente colla massima esattezza la geografia e l'idrografia dei mari geologici. Così un fatto che è ormai accertato è che l'abitabilità del fondo marino non dipende dalla minore o maggiore profondità delle acque, ma bensì dalla natura del suolo e più ancora dalle correnti che vi disegnano delle zone di diversa temperatura. Così nel canale che separa la Scozia dalle isole Feroe, il mare ha la profondità di 900 a 1000 metri, e la temperatura dell'acqua sul fondo si innalza appena al di sopra dello zero, mentre alla superficie è di circa 10° centigradi. Questo fatto che dipende dalla esistenza di una corrente fredda discendente dai poli, rende pressochè intieramente sterile di vita il fondo argilloso di quel tratto di mare. Scendendo più a Sud si tocca un'altra zona nella quale la temperatura dell'acqua alla medesima profondità di circa 1000 m. si innalza ad 8°, 5. Ciò significa che si è abbandonato il letto su cui scorre il fiume proveniente dal polo; e qui cangia la scena; sovra un fango calcare e tenace tutto composto di globigerine, e foraminifere, si affollano popolazioni di ogni genere di animali, spugne, echinodermi, polipi e molluschi e si va formando uno strato che diverrà fossilifera per eccellenza. — Il letto di quella grandiosa e tepida corrente che percorrendo l'Atlantico si spinge dal golfo del Messico fino allo Spitzberg è come una via tracciata nell'Oceano e percorsa da un mondo infinito di organismi. Importantissime sono le investigazioni eseguite dagli Americani su quella parte del letto del fiume che si frappone fra la Florida e l'isola di Cuba.

Lungo la costa della Florida esiste alla profondità di circa dieci braccia marine un banco costrutto da molti generi di polipi, *Madrepora*, *Porites*, *Oculina*, *Astræa*, *Meandrina*, ecc., su cui strisciano in gran copia echini e gasteropodi. — Al di là di questo banco che ha un'estensione di alcune miglia dalla sponda, corre un'altra zona, nella quale la vita si svolge con minore potenza. Il suolo vi è coperto da un fango formato da frantumi talvolta minutissimi e quasi sabbiosi di conchiglie e di coralli. È abitato specialmente da Anellidi e vi prosperano le Alghe in grandissima copia. Oltre questa regione comincia una terza dalla profondità di 50 o 60 braccia fino a quella di circa 250: costituisce un grande altipiano inclinato, oltre il quale il suolo del mare si abbassa d'improvviso e diventa profondissimo. Il letto di questa regione consta di un calcare intieramente composto di resti organici, esclusivamente appartenenti alla fauna che tuttora vi è vivente, e che vi palesa una ricchezza di forme davvero meravigliosa. Piccoli ma numerosissimi coralli, echinodermi, gasteropodi giganteschi, sciami di brachiopodi, acefali, vermi e crostacei si addensano su quello spazio, crescendo e strisciando sul suolo tutto formato dagli avanzi delle spente generazioni. E qui si noti un fatto importantissimo e che ormai è confermato dalle più recenti indagini, ed è che la fauna marina vivente a grandi profondità ha un aspetto di estrema vecchiezza, ci rivela dei tipi che hanno fiorito nelle epoche trascorse e si credevano estinti. Veggasi dunque a quanti errori sia esposta la scienza che voglia trarre dai fatti conosciuti conseguenze assolute e pro-

clamate immutabili! E come dobbiam sempre trepidare di aver costrutto sulla mobile sabbia il brillante edificio delle nostre teorie! — Presso l'altipiano il fondo del mare si abbassa, come già dicemmo, d'improvviso fino a toccare la profondità di 800 e più braccia.

Qui la fauna si fa meschina e più non si svolge coll'incomparabile ricchezza di cui fa pompa sull'altura corallina; il pavimento del mare non è più formato dal solido polipajo, bensì da quel finissimo fango calcare a microscopici animaluzzi a cui abbiam tante volte accennato.

Appoggiandoci pertanto al criterio della analogiapotremo asserire che dove esiste uno strato calcare là si manifestava la vita, anche quando siano del tutto scomparse le impronte che questa dovrebbe aver lasciato entro la roccia. E come ciò sia avvenuto è facile imaginarlo quando si pensi a tutti quei processi di pressione, di calore, di metamorfismo infine, che la roccia stessa deve aver subito quando su di lei andavano accumulandosi più giovani terreni e quando poi veniva sollevata e compariva all'aperto. Eppure assai spesso queste tracce sono ancora evidenti e vediamo serpeggiare lungo il fianco dei monti le linee arborescenti dei polipaj, o ritroviamo e stacchiamo dallo strato calcare i singoli corpuscoli che ammucchiandosi lo hanno formato. E nella tessitura stessa della roccia, nella forma che assume, nel complesso delle condizioni fra cui si rivela, può aversi una guida a decidere a quale dei due modi suesposti debbasi la sua formazione. Così nella immensa estensione degli scisti cristallini che occupano tanta parte della regione alpina, e che in ultima analisi rappresentano i fondi argillosi dei mari paleozoici, si trovano qua e là degli ammassi potenti di calcari compatti, marmorei, dolomitici. Questi ammassi sono perfettamente isolati, delimitati; non hanno alcun rapporto che segni comunanza d'origine colle rocce che li circondano. Veggasi per esempio sulle sponde del lago di Como, il calcare di Musso. È una montagna alla base di marmo, sulla vetta di dolomia, che si collega evidentemente con un' altra parete calcare posta più a Nord fra Gravedona e Domaso, da cui venne staccata per effetto del sollevamento; il tutto completamente involto dagli scisti amfibolici, argillosi, granatiferi. Ebbene, questi centri calcari rappresentano indubbiamente altrettanti gruppi corallini che sorgevano sul suolo argilloso del mare. Talvolta avranno formati dei bassi fondi, tal'altra, sporgendo la vetta, saranno apparsi quali isolette foggiate ad arcipelago corallino, ed erano, infine i centri in cui ferveva la vita nel deserto dell'Oceano primitivo.

Abbiam veduto come al chiudersi dell'epoca paleozoica si avverassero grandiose emersioni di rocce eruttive. Tutto l'apparato esterno di quelle eruzioni, i coni e i crateri naturalmente scomparvero, ma ci rimangono i loro prodotti, e ne vediamo le lave in quegli espandimenti porfirici che si scaglionano così potenti lungo la linea delle nostre prealpi. — Successe quindi un periodo di sollevamento che portò all'asciutto delle lunghe porzioni di terre nell' area attuale della catena delle Alpi; si formarono pertanto dei bassi fondi, dei lidi a facile pendio, di cui ci fanno testimonianza i banchi di conglomerati e di arenarie che serpeggiano per tutta Europa e segnano appunto l'aprirsi dell'epoca triasica. — Ma trascorso quel periodo, aumentava di nuovo la profondità del fondo marino, i lidi diventavano scoscesi, e giungevano le colonie dei coralli a edificare la loro dimora sulle sponde precipiti dei continenti e delle isole, e quindi si formava quella enorme barriera di dolomie e di calcari che orla sul nostro versante la catena cristallina delle Alpi. Sembra strano e paradossale a dirsi, eppure per chi abbia appena un'idea dei fenomeni vitali che si svolgono sul fondo degli oceani attuali, non potrà apparire imprudente e gratuita l'asserzione che dei colossi quali il M. Arera, il M. Venturosa, le Grigne, il Resegone siano edificati da esigui animaluzzi. — Già Richthofen attribuiva a questa origine la formazione delle grandi masse dolomitiche le quali poggiano sui porfidi del Tirolo meridionale e che pur non contengono tracce di vita; tanto più certa adunque sarà quell'origine per le dolomie e i calcari lombardi dove quelle tracce abbondano. La montagna delle Grigne non è che un impasto, una congerie gigantesca di avanzi organici; nella dolomia che sta alla base del gruppo Campo dei fiori, serpeggiano i coralli, si ammucchiano gli encrini, gli amorfozoari, e tutta una schiera infine di animali inferiori.

Questa grandiosa barriera di formazioni calcari in cui vediamo il prodotto di processi vitali, si interrompe, come sappiamo, sulle sponde del lago Maggiore. Lungo le Prealpi Piemontesi fa intieramente difetto, sia perchè quell'area già si sporgesse fuori dell'onde, sia perchè le condizioni speciali di quei mari non fossero propizie allo svolgimento della vita. Nel cuore delle Alpi Pennine e Lepontine il mare si insinuava di certo e vi deponeva un fondo di argille che poi l'azione del metamorfismo trasformò negli scisti lucenti che or entrano per sì gran parte nelle costruzione di quelle montagne. Qui dunque non abbiamo che processi chimici e meccanici. Anche su quel fondo la vita avrà potuto manifestarsi, ma isolatamente, sia con individui viaggiatori, cefalopodi e pesci, sia a piccole colonie, a gruppi indipendenti di specie sedentarie, ma non raggiunse quel grado di potenza e di intensità necessario alla formazione delle montagne calcari. — Nelle Alpi Apuane si rinnovano invece, sebbene in proporzioni minori, i fatti osservati lungo le Prealpi. Vedemmo come l'epoca triasica vi si aprisse colla deposizione di puddinghe ed arenarie. Poggiano su queste degli ammassi potenti di calcari e di marmi, paragonabili in tutto alle analoghe formazioni calcari delle regioni settentrionali d'Italia, colle quali debbono pertanto avere eguaglianza d'origine. — In Sicilia la dolomia triasica appare e si estolle a grandi altezze nella regione nord-orientale dell'isola cogli identici caratteri della dolomia prealpina. Affiora sulla sponda orientale nei monti di Taormina e di Forza; quindi si inoltra nell'interno sin presso Novara; forma il picco di Salvatesta alto 1340 m., e va a toccare la sponda settentrionale nei monti di S. Agata, Alcara e Militello.

Sarebbe però erroneo il credere che questo accumulamento di strati calcari continuasse non interrotto per tutta l'epoca del trias. Le oscillazioni del suolo, i mutamenti nella distribuzione geografica delle terre e dei mari, avranno agito come causa disturbante l'uniforme regolarità del processo; quindi fra i calcari stessi devesi di quando in quando verificare l'esistenza di un deposito che per la sua composizione litologica e per la fauna che contiene se ne distacchi ed accenni a diverse condizioni. — Il più cospicuo di questi depositi nell'epoca triasica è quella zona di marne variegate che seguimmo dall'estremo Friuli fino alle sponde del lago di Como. È evidente che l'elemento argillo-ferruginoso che entra per sì gran parte nella composizione di queste rocce, deponendosi sugli edifici calcari, distruggeva la vita degli animali che li aveano costrutti e produceva un ambiente in cui più non poteano prosperare. È quanto si avvera ancora oggi sul fondo dei nostri mari. Nell'Atlantico le fanghiglie calcari, non altro che cimitero di organismi animali, alternano o si dispongono a contatto con zone di argille, nelle quali la vita non lascia alcuna traccia. — Se non che dobbiamo guardarci dalle asserzioni troppo assolute. Nella formazione delle marne e delle argille i processi vitali non hanno parte e pertanto la vita non vi domina così prepotente come nei calcari, ma non vi è per questo del tutto assente, e quando appena le condizioni speciali di un luogo le sono propizie ripullula vigorosa, e si localizza in alcuni dati punti che servono di soggiorno a colonie di animali relativamente superiori, molluschi e pesci. Queste colonie esistono naturalmente anche sui fanghi calcari e sugli ammassi corallini, ma nel primo caso il substrato su cui poggiano consta di elementi inorganici, nel secondo invece è la vita che si sovrappone alla vita. — Le isole coralline dell'Oceano Pacifico ci offrono il più splendido esempio del modo con cui ciò si attua. Là sul pavimento costrutto dalle colonie dei polipi si fissano e prosperano echinodermi e molluschi, intorno guizzano i pesci, e se havvi un seno, un recesso tranquillo là si ammucchiano gli avanzi animali e si preparano i giacimenti fossiliferi del futuro.

Or volendo formarci un concetto più preciso della fauna che ha animato i nostri mari durante l'epoca triasica, fisseremo lo sguardo sui fossili raccolti a Recoaro e appartenenti al piano medio del trias, a quelli delle marne di Raibl, e finalmente alla ricca fauna racchiusa nella dolomia d'Esino nelle Prealpi lombarde, illustrata quest'ultima splendidamente dallo Stoppani.

Le forme animali che ci verranno passando davanti appartengono per la mas-

sima parte al ramo dei molluschi. Prima di procedere alla enumerazione delle specie crediamo opportuno di dare alcuni cenni generali sulle forme di questo tipo animale che ancor non abbiamo descritte. — In queste digressioni paleontologiche in cui tentiamo di tracciare le prime e più semplici linee del quadro della vita nelle epoche passate, siamo indotti a dipartirci da quel rigore e da quella aridità di esposizione a cui ci attenemmo nel descrivere la stratigrafia del suolo d'Italia. Infatti per chi voglia descrivere la costituzione geologica di un dato paese, non havvi via di mezzo; o si trasforma quella che dovrebb'essere una semplice descrizione in un trattato elementare di geologia; oppure si ammette a priori che il lettore sia già edotto di tutte le nozioni fondamentali della scienza, e si procede dirittamente alla esposizione dei fatti, omettendo qualsiasi digressione esplicativa. Ci muoviamo in un ordine di idee troppo lontane dalle nozioni correnti e volgari, perchè l'ignoranza del lettore possa diradarsi alla luce di spiegazioni poche e monche come necessariamente son quelle che trovano posto in un libro il cui scopo non è già di insegnare una scienza, bensì di esporne gli ultimi risultati. — Diverso è il caso quando vogliasi riprodurre l'aspetto del mondo vivente che animava le epoche passate. Il lettore, anche ignaro affatto di paleontologia, può esser condotto a formarsene un concetto esatto, perchè gli soccorrono e quelle nozioni intorno alle forme vitali che entrano nel patrimonio intellettuale di ogni persona colta, e più ancora i raffronti con quanto egli vede ed osserva giornalmente. Qui non si parla di sollevamenti, di metamorfismo, di agitazioni intestine della terra, tutte cose che sfuggono alla esperienza diretta, ma l'imaginazione è condotta invece in mezzo a forme affini a quelle che le sono famigliari, e pertanto non è troppo arduo il passo, troppo difficile lo sforzo che deve fare per sollevarsi alla intelligenza della scena che le si svolge davanti. Crediamo pertanto sia bene il far precedere e l'accompagnare l'enumerazione delle forme fossili da alcuni cenni affatto elementari che possano, diremmo quasi, servir di chiave del linguaggio paleontologico ed ajutare il lettore a intravvedere le analogie esistenti fra il mondo del passato e il mondo del presente.

I molluschi dividonsi in quattro grandi classi che son quelle dei Brachiopodi, degli Acefali o Lamellibranchi, dei Gasteropodi, dei Cefalopodi. Dei primi e degli ultimi abbiam già parlato; osserviamo ora le due forme intermedie.

I Lamellibranchi hanno i visceri rinchiusi in un mantello muscoloso, nel cui interno sono disposte, due per ogni lato le lamine branchiali. Constano queste di una serie di tubetti paralleli in cui sboccano i pori di una fittissima rete di vasi sanguigni. Questi tubetti mettono foce a lor volta in un canale che percorre il bordo posteriore della lamina branchiale. Or l'acqua entrando nell'interno del corpo sia scorrendo fra i due lobi del mantello quando questo è aperto, sia penetrando in un foro che vi è praticato quando è chiuso, vien filtrata nei tubetti delle branchie. Le particelle solide sono espulse e percorrendo un solco praticato nell'orlo anteriore della lamina scendono alla bocca e servono di alimento all'animale; l'acqua purissima entra nei tubi, quindi nel canale posteriore, donde si riconduce fuori del corpo. — Il mantello, come dicemmo, è in alcuni casi intieramente aperto, formandosi in tal modo, due lobi ben distinti, in altri è più o meno chiuso non lasciando che tre aperture, l'una per il piede, l'altra per cui entrano l'acqua e gli alimenti, la terza per cui escono l'acqua disossigenata e gli escrementi. In molti lamellibranchi queste aperture si prolungano sotto forma di sifoni che ponno protendersi all'infuori del guscio esercitando le loro funzioni di assorbimento e di dejezione a grande distanza dall'animale. In questo caso il mantello presenta lungo il suo contorno un incavo che lascia l'impronta sull'interno delle valve. — Il piede consta di una massa muscolare, carnosa che l'animale a suo grado protende e ritrae. Alcuni lamellibranchi ponno, mercè quest'organo, eseguire dei pigri movimenti; ad altri esso serve per sprofondarsi nella sabbia o penetrare nella roccia, e in quelli che sono condannati ad una completa immobilità non esiste che in uno stato rudimentare, o coopera con una glandula speciale alla formazione di un mazzo di fibre filamentose, detto il bisso, che servono appunto a fissar la conchiglia agli oggetti esterni. Qui notiamo un fatto di somma importanza e che non dev'essere mai dimenticato quando vogliasi

formare un concetto del modo con cui le varie specie ponno diffondersi nella immensità dei mari, ed è che questo stato di immobilità assoluto o relativo non è proprio che dell'animale adulto. Nel primo stadio della sua vita il lamellibranchio guizza nelle onde con somma prestezza mercè di un sistema di ciglia vibratili, e non si fissa stabilmente se non quando ha raggiunto la sua forma definitiva. — La conchiglia consta di due valve articolate l'una sull'altra per mezzo di una cerniera la quale ha delle parti sporgenti e rientranti conosciute sotto il nome di denti e la cui disposizione è assai caratteristica dei generi e delle specie. Lungo la linea della cerniera esiste un ligamento composto di due parti; l'una interna detta la cartilagine, l'altra esterna che è il ligamento propriamente detto; quest'organo per la elasticità del suo tessuto tende ad aprire le valve facendole girare sui denti della cerniera; ma la sua azione è contrastata dalla presenza di muscoli coi quali l'animale agisce direttamente sull'interno delle valve. Alcuni lamellibranchi hanno un muscolo solo per ogni valva, altri invece ne hanno due, e l'impronte che lasciano sulla conchiglia sono anch'esse eccellenti caratteri per la classificazione. Ogni valva è un cono cavo, il cui apice è il punto da cui incomincia l'accrescimento della valva. I due apici, detti anche uncini o becchi, trovansi presso la cerniera perchè questo lato cresce assai meno rapidamente che il lato opposto; talvolta sono affatto marginali; tuttavia tendono a separarsi quanto più l'animale cresce in vecchiaia. Talvolta gli uncini son diritti come nel *Pecten*, tal'altra incurvati come nella *Venus*, e in alcuni casi ravvolti a spira come nella *Isocardia* e nella *Diceras*. — Alcune conchiglie ponno chiudersi perfettamente lungo tutto il loro contorno, altre invece stanno più o meno socchiuse ad uno degli estremi. Quell'estremità in cui trovasi la bocca dell'animale è di solito arrotondata o tronca, all'altra estremità opposta la conchiglia si allunga onde contenere quelle appendici del mantello per cui l'acqua è assorbita e le dejezioni son rigettate. Nella massima parte dei lamellibranchi le due valve sono eguali, e l'animale posa sul suolo in posizione verticale e capovolto, cioè colla bocca nel fango e nella sabbia in cui talvolta si affonda quasi tutta la conchiglia, mentre i sifoni si protendono verso la superficie dell'acqua. — In alcune poche famiglie, come in quelle delle Ostriche si distingue una valva maggiore e una valva minore. In questo caso l'animale giace orizzontalmente sul suolo posando sulla valva più grande. Generalmente i lambellibranchi ortoconchi, cioè quelli che hanno il portamento verticale, hanno chiusi i lobi del mantello e sono provvisti dei sifoni; i pleuroconchi, o quelli che posano orizzontalmente, hanno quasi tutti il mantello aperto e sono mancanti di sifoni. I primi, in cui le funzioni sono più precisamente localizzate in organi speciali, occupano sulla scala degli esseri un posto più elevato di quello dei secondi.

I Gasteropodi rappresentano indubbiamente un tipo animale più perfetto dei Lamellibranchi. Hanno una testa ben distinta, due occhi sostenuti solitamente da peduncoli; il sistema nervoso e circolatorio assai meglio definito e ponno liberamente strisciare sul suolo mercè di una massa muscolare o piede che si distende sotto al ventre dell'animale. La respirazione si effettua in alcuni Gasteropodi per mezzo di polmoni, negli altri per mezzo di branchie. I primi che comprendono specie terrestri o fluviatili hanno nella parte superiore del mantello che involge l'animale una cavità che si apre sotto l'orlo destro del mantello stesso, cavità dove il sangue penetrando in minutissimi vasi, viene a contatto coll'aria aspirata. — Nei secondi il mantello forma inflettendosi, una camera sovra il collo dell'animale ed in essa trovansi le branchie, o membrane vascolari foggiate a pettine od a piuma. In alcuni gasteropodi branchiati, e sono generalmente specie carnivori, l'acqua entra in quella camera passando in un sifone formato dal prolungamento del margine del mantello; negli altri havvi assenza di quest'organo speciale, e l'ingresso alla camera delle branchie non è segnato che da qualche ripiegatura delle parti circostanti il collo. — L'animale è generalmente protetto da una conchiglia univalve, ravvolta a spira, che in quasi tutte le specie marine può essere perfettamente chiusa dall'animale mercè di un opercolo ch'egli a suo grado applica ed allontana dall'apertura. L'asse della conchiglia intorno a cui si ravvolge la spira è qualche volta a-

perto o incavato, nel qual caso la conchiglia dicesi umbilicata: altre volte è invece perfettamente solido e in un pezzo. — L'apertura della conchiglia nei Gasteropodi provvisti di sifone è prolungata in un canale anteriore destinato a proteggere quell'organo, oltre al quale si osserva in alcune specie un altro canale posteriore, per cui escono le dejezioni. — Il margine dell'apertura è frequentemente interrotto e il suo lato sinistro è formato dal corpo stesso della spira. Il lato destro è assai vario d'aspetto a seconda dei generi; ora sottile e tagliente; ora denso ed ottuso ora inflesso verso l'interno, ora espanso e frangiato di spine e di tubercoli. — Per quanto il Gasteropodo, come sappiamo, possa liberamente strisciare sul fondo dei mari, pure la lentezza de'suoi movimenti renderebbe assai difficile di poter rendersi ragione della grandissima diffusione delle medesime forme, se non ci soccorresse un fatto analogo a quello che già osservammo parlando dei Lamellibranchi, che, cioè, il Gesteropodo nel suo stato larvale è un animaletto cigliato diverso in tutto dalla forma che assumerà più tardi, e natante nell'acque con agilità grandissima. In balia alle correnti queste libere larve ponno percorrere immenso cammino e quindi posare per isvolgersi nello stato adulto e per moltiplicarsi, sopra fondi ben lontani da quelli su cui si schiusero alla vita.

L'epoca triasica si apre paleontologicamente colla piccola fauna che si trova nelle arenarie sovrapposte immediatamente agli scisti cristallini ed agli espandimenti porfirici. Consta di alcune poche specie di Acefali e di Gasteropodi quali la *Posidonomia Claræ*, Emm. *Myacites Fassensis*, Wissm., *Pleurophorus Goldfussi*, Dunk., *Naticella costata*, ecc., ma il numero delle specie è così scarso, che questi resti organici non ponno avere importanza che dal lato stratigrafico, cioè, come contrassegno di un dato terreno; ma non valgono a darci una idea del mondo animato che viveva in quell'acque. È certo che in quelle arenarie più o meno grossolane a detriti porfirici, nei conglomerati che le accompagnano quasi sempre, si hanno delle formazioni littorali deposte dalle correnti che provenivano da terra. Era una zona continuamente agitata e nella quale i materiali si deponevano con troppa irregolarità e con troppa violenza perchè vi potessero allignare le colonie secernenti il calcare e vi prosperasse il mondo dei sedentari molluschi. Fu appunto in quest'epoca che sulle morbide sabbie dei lunghissimi lidi strascinavano il greve corpo alcune rane gigantesche, i *Labirintodonti* la cui zampa, affondandosi nel suolo vi lasciava l'impronta. Questa veniva immediatamente modellata dal nuovo strato di finissima sabbia che si deponeva sovra l'antico, ed ora distaccando uno strato dall'altro si ritrova l'orma del mustruoso batrace intatta ancora come se solo da pochi istanti fosse stata deposta. Non raro è questo fossile nelle arenarie triasiche dell'Europa centrale. — Lungo il versante meridionale delle Alpi è invece rarissimo e la Valle Camonica è forse la sola località dove si potrebbe andarne in traccia con qualche speranza di buona riuscita.

A questa prima fase che segna l'alba dell'epoca triasica successe una seconda durante la quale, per lo sprofondamento di tutta la zona littorale e quindi per l'accresciuta purezza e tranquillità delle acque, la vita marina si svolse con maggior potenza e lasciò le sue tracce nelle marne e nei calcari deposti dalle acque o costrutti dagli organismi inferiori. È questa l'epoca del Muschelkalk, così detta oltr'Alpe per la copia delle conchiglie contenute nei calcari. In Italia le formazioni che si ponno ascrivere a quest'epoca sono assai meno ricche di fossili e sarebbe difficile il formarsi un concetto della fauna che animava i nostri mari, se non ci fornissero qualche luce i dintorni di Recoaro, che in quest'epoca diedero ricetto, probabilmente in qualche seno riparato, a una fiorente colonia. Possiam distinguere due periodi nelle vicende per cui passò la vita in questo golfo durante l'epoca del Muschelkalk. Primieramente sul fondo dei mari vissero predominanti i Lamellibranchi fra cui specialmente abbondavano i due generi *Gervilia* e *Myophoria*. Il genere *Gervilia* appartiene alla famiglia delle Aviculidi che posa assai basso sulla scala dei molluschi. Hanno la conchiglia inequivalve, obliqua, il portamento orizzontale e vivono attaccate per mezzo del bisso agli oggetti esterni. L'animale ha liberi i lobi del mantello e quindi è sprovvisto di sifoni. Questa famiglia a cui ap-

partiene il mollusco produttore delle perle, non vive che nei mari caldi. Il genere *Gervilia* che si distingue dai generi affini per alcune particolarità del ligamento e della cerniera assai fortemente articolata è ora completamente estinto e pare che non abbia superata l'epoca cretacea. — Il genere *Myophoria* appartiene alla famiglia delle Trigonidi dalla conchiglia equivalve, triangolare, dalla cerniera assai robusta; l'animale ha aporti i lobi del mantello. Questa famiglia che apparve nell'epoca carbonifera or non è rappresentata che da tre specie del genere *Trigonia* viventi nei mari d'Australia. Le *Myophoriæ* sono assai abbondanti nell'epoca triasica, si distinguono per il numero dei denti e per non avere la conchiglia ornata di tubercoli e di rughe come le vere *Trigonie.* Qui riproduciamo la *Myophoria vulgaris*, Schlt. (fig. 48), una delle specie più comuni nel Muschelkalk di tutta Europa.

Fig. 48.

Sovra gli strati ad acefali posa una marna bituminosa ricca di avanzi vegetali che furono dal De Zigno ascritti per la massima parte alle Araucariti. Dobbiam dunque immaginare un vicino continente verdeggiante di selve Araucarie quali divelte da qualche grandiosa inondazione vennero con violenza inusitata trasportate al mare. Questo avvenimento produsse una mutazione nell' aspetto della fauna soggiornante nel golfo. Le *Gerviliæ* e le *Miophoriæ* scomparvero e ne presero il posto altri lamellibranchi e in copia ancor maggiore i Brachiopodi ed i Crinoidi. Fra i primi notiamo il genere *Pecten* che sorto nell'epoca devoniana perdura anch' oggi con numero grandissimo di specie. Si distingue per la conchiglia regolare a valve ineguali, auriculate, a cerniera senza denti. Nella maggior parte delle specie è ornata da coste raggianti, e la valva minore è intaccata presso un' orecchietta onde dar passaggio al bisso. L'animale ha i lobi del mantello aperti e posa orizzontalmente sul suolo. Il genere *Lima* si accompagna a Recoaro ai Pettini, da cui si distingue per la conchiglia equivalve e semichiusa, e pei dettagli del muscolo che regola il movimento delle valve, il quale essendo assai più estensibile che nella maggior parte dei molluschi permette all'animale di spalancare la conchiglia e di imprimerle delle contrazioni subitanee e violenti. Questo mollusco è uno dei pochissimi che malgrado l'eguaglianza delle valve hanno il portamento orizzontale. Comparve nell'epoca secondaria che fu anche il momento del suo massimo fiore; ma vive, sebbene più scarso di specie, anche nei mari attuali. — Fra i brachiopodi notiamo la presenza di un tipo che nella storia della vita sostiene una parte importantissima. È il tipo della *Terebratula*, che lasciò i suoi avanzi in grandissima copia in tutti i terreni ed è ancora vivente, avendo conservati intatti i lineamenti principali della sua forma in tutto il lunghissimo viaggio compiuto dall'epoca devoniana fino all'epoca attuale. La *Terebratula* ha la valva maggiore forata per il passaggio del peduncolo muscolare, le braccia sostenute da un apparato calcare fissato alla valva minore, formato da rami diritti o ricurvi, ma che non sono mai ravvolti a spira; la conchiglia, ovale e gonfia. Le Terebratule sono molluschi che accennano a mari profondi; almeno le poche specie ora viventi soggiornano lungi dalla spiaggia a profondità che variano approssimativamente da 200 a 500 e più metri. La *Terebratula vulgaris*, Schlt. (fig. 49), è un fossile diffuso nel trias medio di tutta Europa. Vediamo anche rappresentato il genere *Spirifer*, che si distingue dagli altri brachiopodi per la conchiglia fibrosa e per l'armatura delle braccia che è composta di una lama ravvolta a lunga spirale. Questo genere fiorì principalmente nell'epoca paleozoica, decadde al sorgere dell'epoca secondaria e scomparve durante la prima metà di questa. A Recoaro è rappresentato dallo *Spirifer fragilis*, Schlt. La *Retzia* è uno *Spirifer* dalla conchiglia non fibrosa; la *Retzia trigonella*, Schlt., è presente a Recoaro.

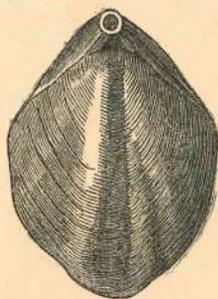



Fig. 49.

Ma la forma animale che ha maggiormente fiorito nell'epoca del Muschelkalk,

è quella dei Crinoidi. Questo graziosissimo raggiato, or ridotto ad alcune solitarie specie, viventi pressocchè ignorate nel più profondo dei mari, ammantava de' suoi steli eleganti, il suolo degli oceani primitivi e secondari. Imaginiamo un gambo gracile ed allungato composto di una serie di dischi posti gli uni sovra gli altri e formanti una colonna flessibile. Il gambo si attacca al suolo per mezzo di una radice e sostiene all'altro estremo un calice formato di piastre articolate, dall' orlo del quale si spiccano delle braccia pieghevoli. È nella cavità del calice che giacciono i visceri dell'animale. Le braccia agitandosi portano gli alimenti alla bocca, mentre il gambo e la radice fissano il Crinoide al suolo. Dicemmo che questo tipo elegantissimo è ora quasi estinto. Ciò però non regge che pei Crinoidi peduncolati e fissi; poichè vivono invece nei nostri mari piuttosto abbondanti le Comatule o Crinoidi senza stelo e liberamente voganti. Questa forma apparve nell' epoca giurese e andò prendendo uno sviluppo sempre maggiore. E si noti un fatto assai interessante per la storia delle forme vitali, cioè, che anche le Comatule nell' età giovanile sono Crinoidi peduncolati, e non acquistano la libertà dei movimenti che diventando adulte. Questo parallelismo fra le fasi embriologiche e le fasi per cui la forma dovette passare nel suo sviluppo geologico, parallelismo che si ripete in moltissimi altri casi, è un fatto di somma importanza e di grande significato.

I Crinoidi peduncolati, ricchissimi di forme nell'epoca paleozoica, si mantennero pure assai potenti ne'mari secondari. Predominava nell' età triasica il genere *Encrinus*, di cui una specie l' *Encrinus liliiformis*, Lmk. (fig. 50), ha lasciato in numero strabocchevole i suoi resti nel calcare del Muschelkalk.

Fig. 50.

L'ordine degli Echini che entra coi Crinoidi nella gran divisione degli Echinodermi è rappresentato nei mari di Recoaro dal genere *Cidaris*, genere che poi sviluppossi con grandissima potenza nel golfo di S. Cassiano. Sono Echini regolarissimi, sferici, colla bocca nel centro della faccia inferiore e l' estremità anale sul vertice della sfera direttamente opposta alla bocca. Questa è fornita di un complicato apparecchio masticatore. La superficie del guscio è divisa in tante zone che irradiano dal vertice dirigendosi alla faccia inferiore. Queste zone sono costituite in due modi diversi e alternano le une colle altre. Le une sono forate da un gran numero di piccoli pori disposti longitudinalmente donde escono delle ciglia e dei tentacoli che servono all'animale di organi locomotori, le altre, che nel genere *Cidaris* sono assai più ampie, portano dei numerosi e grossi tubercoli su cui si innestano degli aculei di forma assai varia e bizzarra e ornati di granuli e di spine. Due specie son presenti nel Muschelkalk di Recoaro e sono la *Cidaris lanceolata*, Schau., e la *Cidaris grandœva*, Goldf.

Ma se nei mari che si distendevano sulla regione delle Prealpi italiane nell'epoca del trias medio, la vita non fu così rigogliosa o almeno non lasciò impronte così evidenti come nei paesi d'oltr'Alpe, in quelli del trias superiore si svolse una fauna ricchissima di cui possiamo ammirare gli avanzi. Noi già sappiamo come i terreni del trias superiore, presi nel loro complesso, ponno scindersi dal basso all'alto in tre piani di cui i due estremi constano di dolomie e di calcari potentissimi, il piano di mezzo di scisti, calcari e marne. Quest'ultima zona che corre dal Friuli al lago di Como presenta fossili in gran copia; la località la più classica perchè anche la più studiata è quella dei dintorni di Raibl al confine del Friuli presso il passo di Tarvis. Noi tenteremo di dare un'idea e dei fossili che vi si trovano e del modo con cui sono disposti nel complesso degli strati. Cominciano col dire che sovra i colcari poggianti sugli strati a *Naticella costata*, e a *Posydonomia Clarae* (fig. 51), giace un ammasso di tufi doleritici che indica un periodo di eruzione da qualche vicino vulcano il quale spargeva nel mare sottostante la pioggia de' suoi lapilli. Al-

ternanti con questi strati eruttivi veggonsi dei giacimenti di piante terrestri, Equisetiti e Calamiti, che avranno ombreggiate le isole vulcaniche sorgenti in quelle acque. Posa su questi tufi uno strato di calcare nerastro che contiene impronte di ammoniti affini all'*Ammonites Aon*; le eruzioni del vulcano aveano sostato e il mare si ripopolava dei piccoli organismi secernenti il calcare e di voganti cefalopodi, ma per breve tempo, poichè il vulcano risvegliandosi spargeva sul fondo di quel mare una possente colata di lava che soffocò la vita nascente, e quella lava oggi ci si presenta sotto l'aspetto di uno strato grandioso di porfido rosso. Questa fu l'ultima delle convulsioni vulcaniche; subentrò quindi la calma la più completa e rifiorì la vita. Infatti sovra lo strato porfirico posa un ammasso imponente di calcari che formano intiere montagne. Vi si osserva qualche impronta di Ortoceratite e di Gasteropodi. A questi calcari si addossa il complesso delle formazioni fossilifere, interessantissime non solo per la ricchezza e la varietà delle forme, ma anche per il modo di successione con cui queste sono apparse. Gli studii che il Suess ha compiuti in questa celebre località hanno dimostrato che se la fauna di Raibl con tutte le sue parti costituisce un complesso uno e finito, le forme principali ebbero ciascuna un'epoca di predominio. Furonvi continue rivoluzioni in quel golfo brulicante di vita e le varie popolazioni si scacciarono e si oppressero a vicenda.

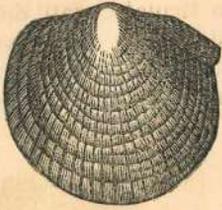



Fig. 51.

Osservasi primieramente un ammasso di scisti neri assai ricco di pesci, di crostacei e di avanzi vegetali. I pesci, di forma completamente estinta, appartengono per la massima parte ai generi *Belonorynchus* e *Pholidopleurus*. Generalmente son piccoli pesciolini e mancano del tutto i tipi soggiornanti nell'alto mare. Se or si riflette alla presenza degli avanzi di crostacei e di piante facilmente ci avvediamo che qui trattasi di una formazione deposta in vicinanza a un lido, in un seno

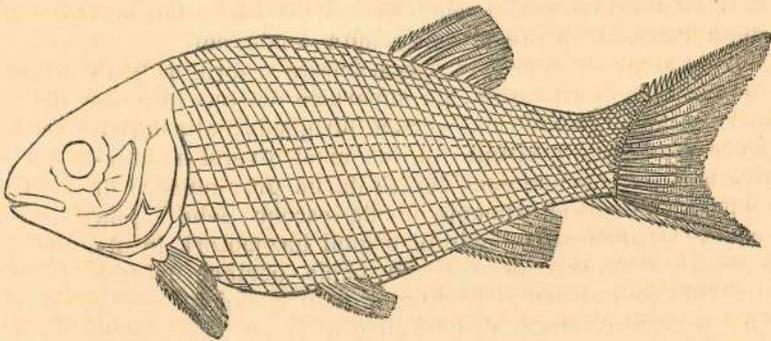



Fig. 52.

tranquillo e circondato di sponde boscose. Quindi abbassandosi a poco a poco il fondo marino, i coralli costrussero su quel suolo carbonioso i loro edificii calcari di cui veggonsi le tracce nello strato che appunto sovrincombe agli scisti. Le Cidariti vennero a soggiornare sui pavimenti delle colonie coralline, dove strisciava qualche solitario gasteropodo. Le alture prominenti dalle onde erano ombreggiate da gruppi di Voltzie, albero comunissimo nell'epoca triasica. Appartiene alla famiglia dei Cipressi, e rammenta assai da vicino le attuali Criptomerie del Giappone. Sono scomparsi i gracili pesciolini del littorale antico, ma intorno alle pareti del polipaio e nelle sue lagune guizzava un pesce assai più potente. Appartiene al genere *Lepidotus* (fig. 52), e avea quindi il corpo coperto da squame smaltate e unite le une alle altre lungo gli orli, in modo da formare una corazza liscia e compatta; oblungo e corpolento avea la testa larga e il dorso e il ventre rotondeggianti. Anche un brachiopodo la *Valdheimia* affine alle Terebratule lasciò le sue impronte in questi cal-

cari corallini i quali poi nei loro piani superiori conservano assai varie e frequenti le tracce dei polipi che li hanno costrutti.

Superiormente a questa zona giace un ammasso della potenza di 600 a 900 piedi di scisti marnosi privi di fossili, se si eccettui qualche rarissimo avanzo di pesce. Quindi entriamo nel vero e proprio giacimento della fauna di Raibl. Comincia questo con una serie di strati calcari riboccanti di *Myophoria Kefersteini* Mnst. (fig. 53). È un genere che già trovammo nei mari del Muschelkalk, e questa specie si distingue dlale antecedenti per aver la conchiglia percorsa da coste trasversali. Qui chiamiamo l'attenzione sovra il fatto assai interessante della improvvisa comparsa di una nuova forma, non già con pochi ed isolati individui, ma a schiere numerosissime quasi quelle di un esercito invasore. Or come ciò avvenne? L'origine, la genesi delle forme ci è sempre nascosta; noi le vediamo svelarsi d'un tratto rigogliose e potenti. Ma non dobbiamo dimenticare che l'aree da noi esplorate sono punti impercettibili nella gran vastità della superficie che ci è ancora ignota. Le scene che ci si scoprono davanti non sono che episodii staccati dal gran dramma della vita, che non potremo mai ricomporre in tutta la sua grandiosa unità. È certo, per esempio, che la conchigliuzza la quale apparve d'improvviso e già fiorente nel mare di Raibl, era nata e s'era svolta altrove, prosperava su qualche fondo vicino, da dove l'onda avrà portati i suoi germi natanti in questa sede novella che offriva un ambiente acconcio alla sua esistenza e dove quindi potè moltiplicarsi con crescente abbondanza. Insieme ad essa viveva un'altra specie, la *Myophoria Watheliae*, Buch, a coste più ottuse, destinate a surrogare la compagna, ed un altro mollusco finora ascritto al genere *Solen* (*Solen caudatus*, Hauer), ma che forse più rettamente dovrebbe ascriversi al genere *Anatina*, che ha la conchiglia fragile, sottile, madreperlacea, socchiusa alle due estremità, un ossicino nel ligamento delle valve e una fessura negli uncini. È un lamellibranchio altamente organizzato, dal portamento verticale, dal mantello chiuso e dai lunghi sifoni.

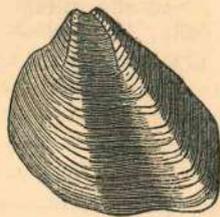



Fig. 53.

Ma il dominio di queste specie non durò a lungo e il loro posto fu preso da una schiera di Mitili e di Nucule che lasciarono nella roccia tal copia dei loro avanzi da trasmutarla in una lumachella. La *Myophoria Kefersteini* non è del tutto scomparsa e vive ancora ma ricacciata a un rango secondario. La *Nucula* ha la conchiglia ovale, allungata, la cerniera formata da una lunga serie di piccoli denti. L'animale ha il mantello aperto e un piede assai largo e robusto. Visse in quasi tutte le epoche geologiche ed è presente ancora nei nostri mari, rivelando un tipo che ha deviato assai poco dalla sua forma originaria. Il *Mytilus* ha una conchiglia triangolare o cuneiforme di cui l'uncino forma l'estremità inferiore, la cerniera lunga e senza denti; l'animale ha chiusi i lobi del mantello, le aperture respiratorie prive di sifone, e il piede terminato dal bisso. Questo genere comparve nell'epoca devoniana ed è ancora fiorente e vive associato in grandi famiglie soggiornanti al livello delle basse maree. Un grosso gasteropodo del genere *Chemnitzia* si mescolava alla popolazione degli acefali. Abbiam detto che questi vivevano in tanta copia da formar da soli coi loro gusci lo strato roccioso; ma ben presto i polipi ripresero il sopravvento e si riposero alla costruzione dei loro stupendi edifici. Ma non sono più i medesimi coralli, tabuliferi e compatti dei banchi inferiori, bensì coralli a lungo stelo e ramosi, Calamofillie ed Eunomie, che avrem campo di osservare anche in altri terreni. Un cefalopodo, l'*Ammonites Joannis Austriae* vogava sulle lagune coralline, mentre dalla roccia penzolava assai frequente un piccolo brachiopodo la *Spiriferina gregaria*. Altri resti indeterminabili di acefali e di gasteropodi giacciono negli strati calcari fra cui serpeggiano i rami dei polipi.

Questo complesso di calcari che avrà la potenza di circa mille piedi separa rigorosamente il giacimento fossilifero a *Myophoria Kefersteini* che esiste al basso da un secondo complesso scistoso ricchissimo di avanzi animali che si appoggia appunto ai calcari e in cui quel mollusco è completamente assente. Vi si trova invece

e con molta frequenza la *Myophoria Watheliae* che accompagna gli altri fossili per tutto lo spessore della formazione. Osservasi primieramente uno strato con tracce di *Chemnitzia* e di due bivalvi di cui l'una sembra essere un *Megalodon*, mollusco dalla conchiglia cordiforme ed uncinata che scomparve coll'epoca secondaria, e l'altro una *Perna*, conchiglia appartenente alla famiglia delle Aviculidi di cui abbiamo già dato un cenno. Le Perne comparvero durante l'epoca secondaria e vivono ancor oggi nei mari tropicali.

Succede quindi uno strato assai sottile che contiene in gran copia tre conchigliuzze, la *Corbula Rosthorni*, Boué, la *Corbis Mellingi*, Hauer, e un' *Arca* non determinata. La *Corbula* ha la conchiglia inequivalve; ma ad onta di questo carattere che generalmente distingue i Lamellibranchi pleuroconchi, ha il portamento verticale, il mantello chiuso ed è provvista di sifoni. La conchiglia si protende posteriormente e la cerniera consta di un dente assai robusto sulla valva destra che si insinua in una fossa corrispondente sulla valva opposta. Questo genere apparso nell'epoca secondaria, raggiunse il massimo fiore nei mari terziari e vive ancor oggi sui fondi sabbiosi toccando talvolta la profondità di circa 500 piedi. La *Corbis* è una conchiglia equivalve a uncini rigonfi, a cerniera composta di quattro denti per ogni valva; è vivente ancora nei mari caldi. La *Myophoria Watheliae* che era compagna a questi molluschi finì per prendere il sopravvento; il fondo marino fu per qualche tempo quasi da lei sola abitato, e innumerevoli sono gli avanzi ch'essa ha lasciato nel fondo marnoso su cui ha vissuto. Ma la *Corbula Rosthorni* preso novello vigore la ricacciava indietro e per qualche tempo regnò con fortissime schiere sovra una popolazione composta dalla *Corbis Mellingi*, dalla *Perna Bouei*, da una specie di *Gervilia*, la *G. bipartita*. Fiorivano in quel momento anche le Cidariti, di cui numerosi rinvengonsi gli aculei. — Su questo giacimento principale della *Corbula Rosthorni* posa un complesso di strati calcari che si trasformano a poco a poco in calcari marnosi, e nella parte più alta, dove appunto predomina il carattere marnoso, ecco riapparire la *Myophoria Watheliae*, ma qui accompagnata da una nuova conchiglia, il *Pecten filosus*, Hauer. Succedono quindi degli strati di calcare compatto che contengono l'impronta di una grossa bivalve ad uncini assai ripiegati che rammenta il tipo della *Isocardia*, mollusco dalla conchiglia cordiforme, rigonfia, ad uncini distanti l'uno dall'altro e quasi ravvolti a spira, dal mantello chiuso in gran parte e dai brevissimi sifoni. A questi calcari si sovrappone un banco di ostriche, e quindi si ripetono i calcari marnosi in cui ritornano la *Myophoria* ed il *Pecten*, e questo è anzi il momento in cui ha maggiormente prosperato quest'ultimo mollusco. Poi di nuovo banchi di ostriche e di gervilie alle quali si accompagna, moltiplicandosi a dismisura, un'*Avicula*, conchigliuzza che è tipo della famiglia delle Aviculidi di cui abbiam dato un cenno. Succedono quindi degli strati marnosi in cui compare per l'ultima volta la *Myophoria Watheliae*, indi degli strati calcari a piccoli megalodi. Quest'ultimo piano chiude la serie fossilifera e gli sovrincombe immediatamente la massa enorme della dolomia superiore. Ciò ci insegna che la regione alpina andò continuamente sprofondandosi. Gli edifici corallini si allontanavano necessariamente dalla spiaggia, più non orlavano i vicini continenti, ma sorgevano quasi picchi isolati nella solitudine del mare aperto, e la fauna che vedemmo fiorente sui bassi fondi, nelle lagune, nei golfi riparati scomparve del tutto.

Contemporanee alla fauna di Raibl vivevano in altre parti dei mari alpini prospere colonie di molluschi e di pesci. Nelle valli della Lombardia centrale presso i villaggi di Gorno e Dossena, esiste un ricco giacimento fossilifero che presenta la più stretta analogia con quello di Raibl, ma ancor si attende chi lo voglia minutamente studiare. Più ad occidente sulle sponde del lago di Como, nei monti di Varenna havvi un ammasso potente di scisti neri che per la sua posizione stratigrafica accenna di trovarsi al livello degli strati di Raibl, sono gli scisti di Perledo i quali contengono in gran copia gli avanzi di pesci. Questi scisti sarebbero sincroni dei giacimenti ittiolitici esistenti alla base della formazione di Raibl. I pesci che vennero studiati dal Bellotti, appartengono per la massima parte al genere *Lepidotus*,

che già conosciamo, ed ai due generi affini *Semionotus* e *Pleurophorus*. Havvi anche un genere affatto nuovo, l'*Urolepsis*, il quale, oltre che pei suoi caratteri generici, si distingue dai pesci che gli son compagni per essere eterocerco, cioè, per avere la colonna vertebrale protesa fin quasi all'estremo del lobo superiore della coda. Questo tipo che nel mondo ittiolitico vivente non conta che qualche pesce cartilagineo, predominava nei mari paleozoici; ma nei mari secondari ha già in-

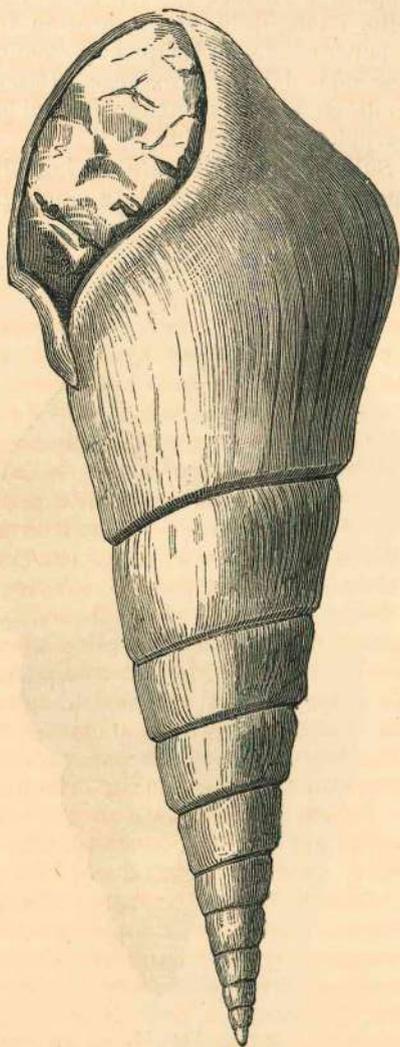
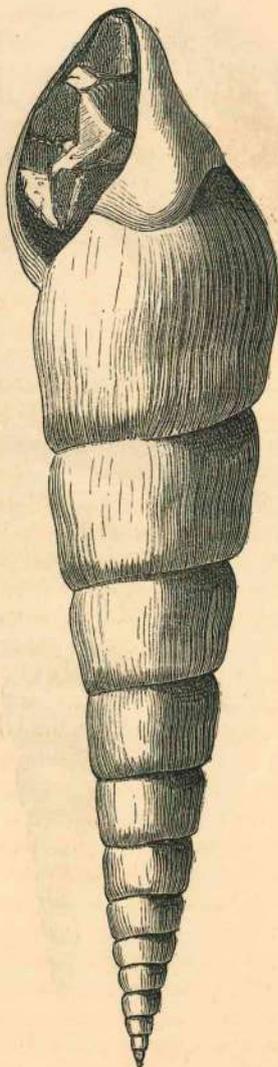



Fig. 54. Fig. 55.

dietreggiato davanti all'altro tipo degli omocerchi ed ora, come dicemmo, è quasi intieramente scomparso. Finora un confronto rigoroso fra la fauna ittiolitica di Perledo e quella di Raibl non venne condotto, ma pure osservando le linee principali, sembra che accennino a condizioni vitali assai diverse; abitatori di acque litorali i pesciolini di Raibl, mentre i pesci di Perledo son fatti per mari più liberi ed estesi.

Dicemmo che i grandi ammassi di calcare e di dolomie sovrincombenti a queste formazioni fossilifere per le loro stesse dimensioni indicavano un continuo abbas-

samento del fondo marino, abbassamento che rendeva possibile la successiva costruzione di nuovi edifici sovra gli antichi che raggiungevano una profondità nella quale i coralli più non possono vivere. Pertanto in questi mari aperti, profondissimi, donde sporgevano il capo i picchi corallini non potea verificarsi quella abbondanza di molluschi che di solito caratterizza le formazioni littorali. Ma è chiaro che ogni qualvolta gli ammassi calcari avranno disegnato sulla superficie delle acque o una isola di grandi dimensioni, o un arcipelago di isolette dove si aprissero dei golfi tranquilli e si formassero dei lidi a lento pendio, i molluschi vi si saranno trapiantati perdurando un tempo più o meno lungo a seconda delle circostanze. Osserviamo una di queste oasi compresa nel deserto della dolomia prealpina.

Sulla sponda orientale del lago di Como in mezzo alle irte e desolate montagne che servono di barriera fra il lago e la Valsassina s'apre un ameno bacino, dove giace il villaggio d'Esino, che verdeggia di pascoli e di boschetti di faggi in pittoresco contrasto colle brulle cime che lo circondano da ogni lato. In questo bacino soggiornava, quando le acque del mare triasico si distendevano sulle nostre regioni una fitta popolazione di molluschi. Era un seno riparato ed acconcio alla vita, che si insinuava negli ammassi calcari elaborati dai polipi e dalle spugne. Dobbiamo imaginare un arcipelago corallino: quà e là sorgevano dalle onde le vette degli edifici fabbricati dalle colonie; gli animali inferiori vi prosperavano meravigliosamente; le spugne si accalcavano sulle pareti e sui pavimenti calcari, si moltiplicavano, si protendevano d'ogni parte e pervenivano a costrurre anch'esse in-

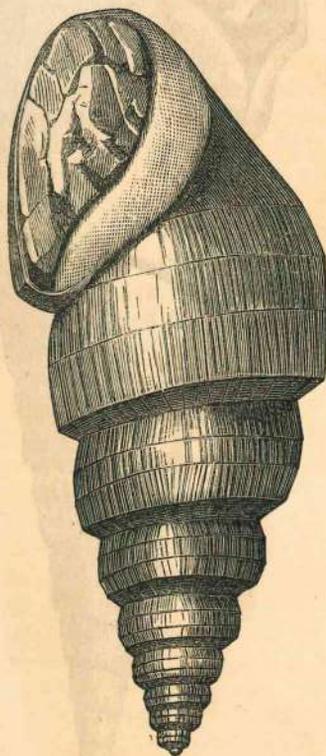



Fig. 56.

Fig 57.

tiere montagne. Sul fondo del piccolo golfo strisciavano a schiere gli elegantissimi gasteropodi, posavano per ripartire nuotando gli Ammoniti, prosperavano tranquilli gli immobili acefali.

Tra i gasteropodi era cospicuo per ricchezza di specie il genere *Chemnitzia* ancor oggi vivente e che soggiorna nelle parti più profonde di quasi tutti i litorali. Riportiamo le figure di alcune fra le specie più belle e più caratteristiche, la *Chemnitzia Aldovrandi*, Stopp. (fig. 54), comunissima, la *C. leprosa*, Stopp. (fig. 55), dalla lamina calcare che incrosta l'ultimo

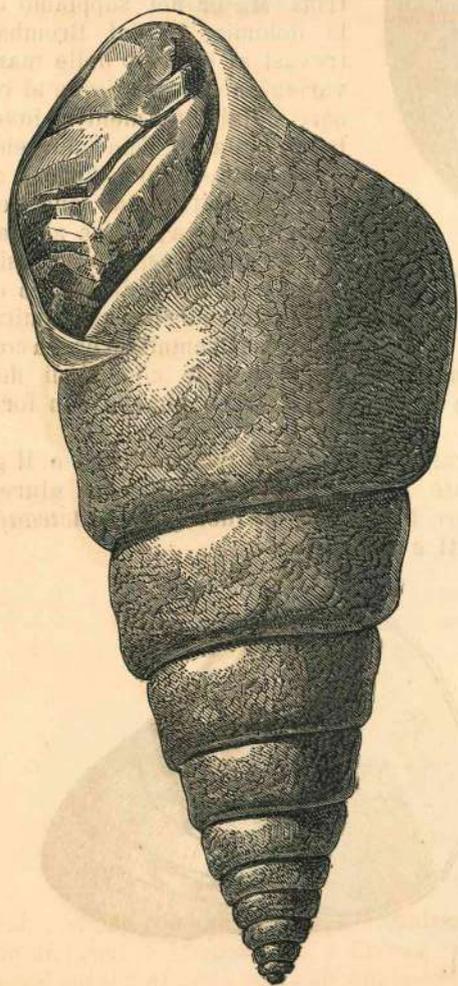



Fig. 58. Fig. 59.

giro della spira, la *C. Collegni*, Stopp. (fig. 56), che ha l'ultimo giro angoloso e foggiato a gradino assai saliente, la *C. gradata*, Horn. fig. 57), che sembra diffusa in molte località e in molti piani del trias alpino, la *C. haueriana*, Stopp. (fig. 58), di grandi dimensioni. — Dobbiamo però notare che per quanto le Chemnitzie popolassero frequenti e variate di forma il bacino d' Esino, non è questa la località

dove si rinvengono in maggiore abbondanza. Le montagne di Lenna in Val Brembana ne contengono una schiera più fitta ancora. Alcune delle forme sono comuni ai due giacimenti d'Esino e di Lenna, ma molte e fra le più cospicue appartengono esclusivamente alla seconda di queste località. Notiamo fra le altre la bellissima *C. princeps*, Stopp. (fig. 59), conchiglia di grandi dimensioni sul guscio della quale ancor veggonsi in alcuni esemplari le linee arcuate e foggiate a zig-zag che lo ornavano di varj colori. Lo Stoppani nella sua monografia dei fossili di Esino unì a questi anche quelli di Lenna, credendo appartenessero a un medesimo piano del trias. Ma or noi sappiamo che la dolomia di Val Brembana trovasi al di sotto delle marne variegate e corrisponde ai calcari d'Halstatt, mentre invece la dolomia di Esino dovrebbe, secondo Stoppani e Curioni, andar congiunta alla zona della dolomia media, infine al piano più alto del terreno triasico. L'analogia fra le due faune che del resto vedremo non limitata al genere Chemnitzia prova come nelle due epoche relativamente vicine, si mantenessero eguali le condizioni della vita, per cui questa potè svilupparsi colle medesime forme, o almeno con forme affini tanto nell'una quanto nell'altra.

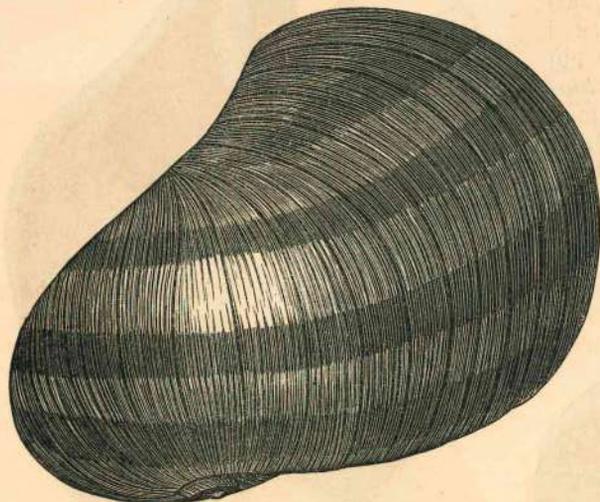



Fig. 60.

Un genere che offre delle forme assai caratterische della fauna d'Esino e il genere *Acteonina*, il quale è ora completamente estinto, e fioriva nell'epoca giurese. Pertanto nelle nostre specie dobbiamo vedere l'avanguardia del tipo. L'*Acteonina armata*, Stopp. una delle forme più frequenti e più eleganti.

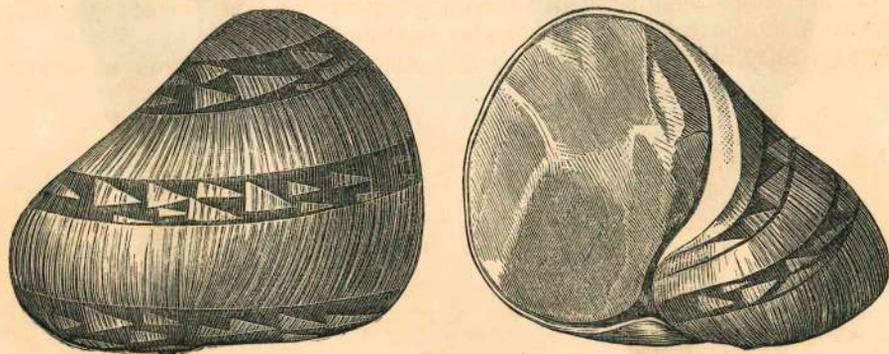



Fig. 61.

Ma il genere che impartiva il più splendido ornamento a quel fondo marino è il genere *Natica*. Comparso fin dalle epoche più antiche andò aumentando gradatamente nel numero e nelle varietà delle specie fino al giorno d'oggi. Vivono specialmente nelle regioni calde, sulle spiagge sabbiose, al livello delle basse maree. Come dicemmo, questi gasteropodi prosperavano meravigliosamente nel golfo d'Esino, moltiplicandosi in numerose e svariate specie, vaghissime di colori e d'ornamenti, che veggonsi per avventura perfettamente conservati in alcuni esemplari. — Qui

riproduciamo qualche specie fra le più cospicue. La *Natica monstrum*, Stopp. (fig. 60), è frequentissima e comune anche a Lenna. Il suo guscio mostrava un'alternanza di strie nerissime con altre meno brune, degradanti con delicatissime mezze tinte. Una zona

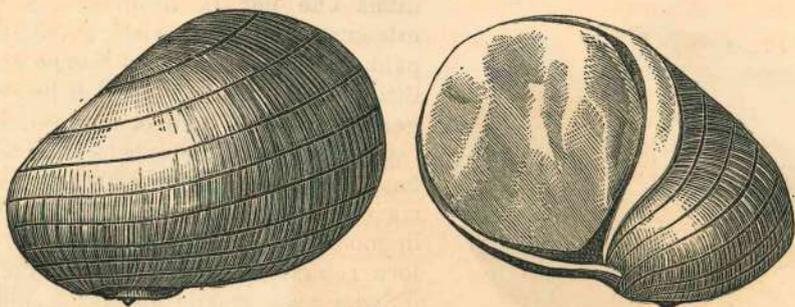



Fig. 62.

nereggiante e larga attraversava l'ultimo giro del guscio. La *Natica complanata*, Stopp. (fig. 61), su cui correvano tre zone brunastre sparse di macchie bianche triangolari. La *Natica lemniscata* Hornes (fig. 62), dalle strie nettissime quasi trac-

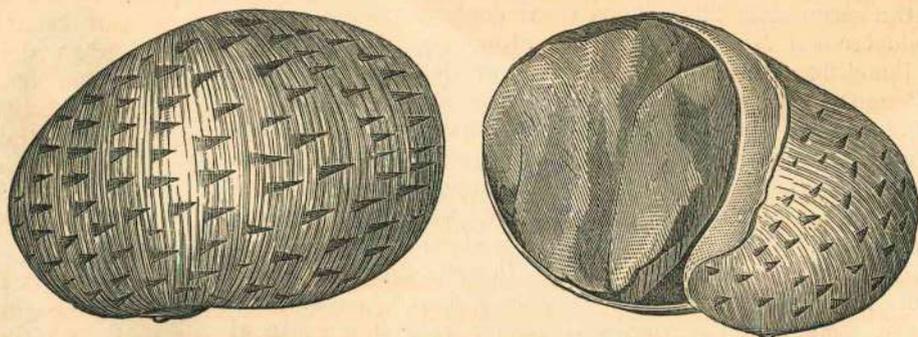



Fig. 63.

ciate all' inchiostro finalmente la bellissima *Natica Meriani* Hornes (fig. 63), tutta coperta di macchiette fiammeggianti che risaltano in bruno.

Fra gli altri gasteropodi notiamo il genere *Turbo*, che risale ai terreni silu-

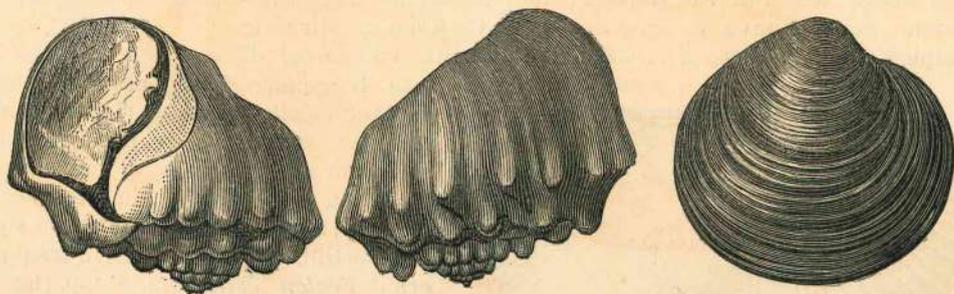



Fig. 64. Fig. 65.

riani, attraversa tutte le epoche geologiche per svolgersi presentemente ricchissimo di specie nei mari caldi dove vive appiccicato agli scogli al livello delle basse maree. Ad Esino comprendeva una forma assai bizzarra e caratteristica, quella del *Turbo depressus* (fig. 64), nel quale ogni giro è incoronato da una doppia serie di nodi robusti ed alternanti. Questa specie trovasi pur essa nella dolomia di Lenna.

I Lamellibranchi, sebbene presentino forme assai meno eleganti e curiose, pur

si palesano essi pure in copia considerevole nel deposito di Esino, ma notiamo un fatto interessante ed è che mentre i gasteropodi son diffusi equabilmente in tutto lo spessore della formazione, i lamellibranchi sono ammucchiati in una zona mediana che per la frequenza di un' ostrica estremamente caratteristica venne dallo Stoppani denominata zona ad *Ostrea stomatia.* — Citiamo alcuni fra i tipi più interessanti. Il genere *Cyprina* che ora non è rappresentato che da qualche specie vivente nei bassi fondi dei mari boreali, nell' epoca secondaria era assai più ricco di forme organizzate in modo da prosperare nei caldi climi allora regnanti alle nostre latitudini, nel golfo d'Esino avea cinque specie, e qui riproduciamo la *Cyprina cingulata*, Stopp. (fig. 65). Il genere *Myophoria* che conosciamo fiorentissimo nel trias medio, appare ad Esino con una specie la *Myophoria bicarinata*, Stopp. (fig. 66). Il *Mytilus*, quel mollusco che oggi vive nei nostri mari associato in numerosi stuoli lasciati a secco dalla bassa marea, vi contava cinque specie. Riproduciamo il *Mytilus esinensis*, Stopp. (fig. 67), uno dei pochi lamellibranchi che trovansi all'infuori della zona ad ostriche. Il genere *Posidonomya* appartenente alla famiglia delle Aviculidi, e che nasce nell'epoca devoniana per finire nell'epoca giurese, si rivela ad Esino con tre specie, di cui l'una la *Posidonomya Lomellii*, d'Orb. (fig. 68), importantissima. Questa specie è menzionata da tutti gli autori tedeschi, come caratteristica del piano dei calcari di Hallstatt, e sotto il nome di *Halobia* l'abbiamo più volte nominata nella descrizione dei terreni triasici. Il trovarsi nel deposito d' Esino indicherebbe pertanto, quando non si voglia abbassare tutto il deposito al livello dei calcari suaccennati, che quella specie sebbene abbia avuto il suo massimo sviluppo anteriormente all' epoca in cui si formarono le marne variegate, pure in alcuni punti visse e perdurò anche nell' epoca successiva. Questo fossile trovasi sparso, possiam dire, su tutta la superficie del globo. Lo si trova nell' intiera Europa, nell' India, nella Nuova-Zelanda, nella Nuova Caledonia, e in California. Mirabile esempio di adattamento a molteplici e svariate condizioni di vita. Il genere *Lima*, pur destinato a svolgersi colla massima ricchezza nelle età successive, è già rappresentato ad Esino da molte specie, di cui riproduciamo la più cospicua, la *Lima conoardium*, Stopp. (fig. 69). Valga lo stesso dei Pettini, fra i quali il più frequente era il *Pecten esinensis*, Stopp. (fig. 70). Ma il lamellibranchio, il più interessante per la frequenza con cui lo si trova e per l'anomalia della sua forma è quello denominato dallo Stoppani, *Ostrea stomatia* (fig. 71). Consta di due valve di cui l'una, assai più grande dell'altra, ha la foggia, diremmo quasi, di un berretto frigio, mentre la seconda è concava all'esterno e serviva all' animale per fissarsi sulla roccia, sovra i polipaj, sovra gli ammassi di spugne che talvolta ne

Fig. 66.

Fig. 67.

Fig. 68.

sono intieramente coperti. Lo Stoppani non propone che assai dubbioso la determinazione generica di *Ostrea* per questo mollusco; infatti nel suo aspetto esterno rammenta piuttosto un gasteropodo operculato che un lamellibranchio a doppia valva

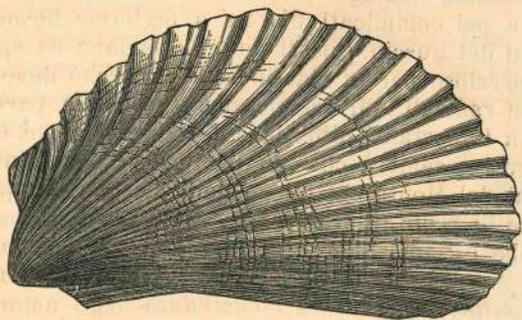
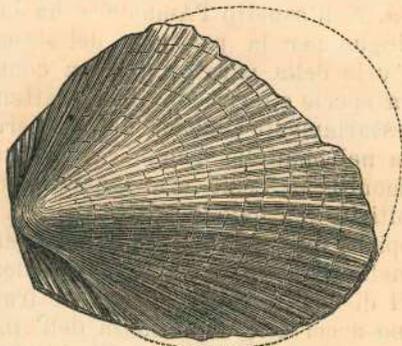



Fig. 69. Fig. 70.

ed anche quando per le impronte muscolari che veggonsi sull'interno del guscio debba assolutamente essere ascritto all'ordine dei lamellibranchi, presenterebbe

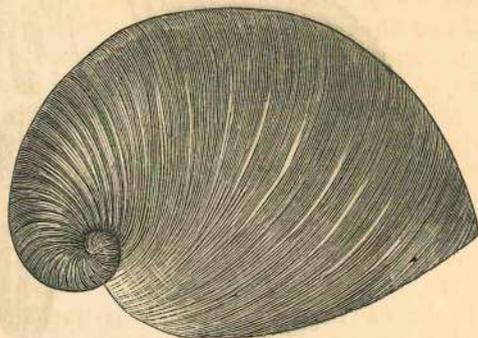
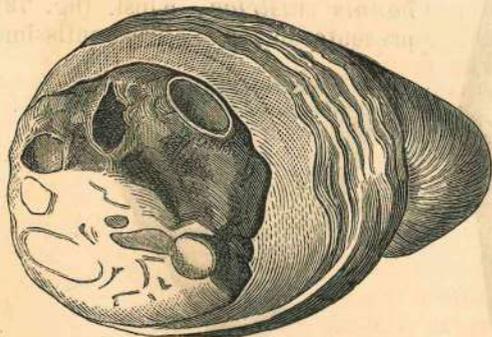



Fig. 71.

ancora colle vere ostriche una differenza assai importante nel modo di fissarsi ai corpi su cui si appoggia. Comunque sia, questo fossile, di cui offriamo la figura è estremamente caratteristico della formazione d'Esino, ed ebbe una parte importantissima nelle vicende a cui fu soggetta la vita in quel golfo corallino. Ma come sappiamo, il suo regno fu breve. È solo nello strato di mezzo della formazione che si trovano i suoi avanzi, ma qui abbondantissimi. È una forma che apparve d'improvviso, trovò propizie condizioni, si moltiplicò in numero stragrande d'individui, e poi ancor d'improvviso scomparve per non lasciare più traccia in nessun altro terreno di nessun'altra località.

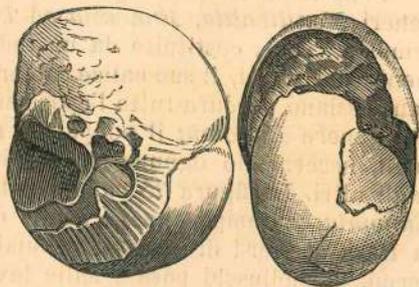



Fig. 72.

I gasteropodi lentamente striscianti sul suolo e gli immobili acefali avrebbero da soli ravvivate ben poco le acque di quel golfo tranquillo; ma ad essi andavano compagni numerosi cefalopodi liberamente guizzanti fra le onde. Appartengono tutti all'ordine di cefalopodi tetrabranchiati che già abbiamo descritto. Vi sono presenti due tipi, quello dell'Ortoceratite e quello dell'Ammonite. Il primo comprenderebbe,

secondo Stoppani, quattro specie di cui due l' *Ortoceratites dubius*, Hauer, e l'*Ort. reticulatus*, Hauer, sono comuni ai calcari l'Hallstatt. — Ma assai più interessante è il tipo dell'Ammonite che nato nei mari del trias si svolse nell'epoche successive con maravigliosa ricchezza di forme e trovò poi la tomba nei mari dell'epoca cretacea. Nell'aspetto l'Ammonite ha la massima analogia col Nautilo, da cui però si distingue per la posizione del sifone, e pei complicati disegni a fogliame formati dall'orlo delle pareti interne a contatto del guscio. Questi disegni variano da specie a specie e forniscono un carattere prezioso per la classificazione perchè devono necessariamente dipendere da differenze radicali nell'organo secretore delle pareti ossia nel mantello, e quindi accennano a importanti differenze d'organizzazione. Gli Ammoniti ad Esino erano assai numerosi e sembra che più particolarmente siano riuniti in una data località detta la Val del Monte sul fianco della Grigna. Ma per compiere un confronto rigoroso e fertile di risultati fra questa fauna di cefalopodi e quella di altre località si richiederebbe l'esame di un maggior numero di esemplari di quanti lo Stoppani ebbe fra le mani. Intanto due fatti importantissimi sembrano accertati; la presenza dell'*Ammonites Aon*, e la predominanza degli ammoniti globosi. Hanno questi ultimi la conchiglia assai ravvolta e globolosa, a superficie liscia o debolmente striata. È un gruppo caratteristico dei terreni triasici, e segna pertanto la prima forma assunta dal tipo nel suo svolgimento vitale. Qui riproduciamo l'*Ammonites Johannis Austriae*, Klpst. (fig. 72), presente ad Esino e frequentissimo

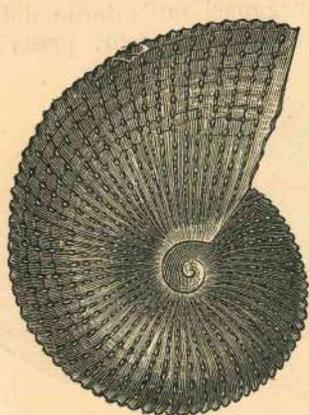
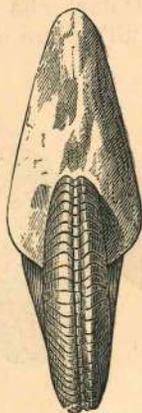



Fig. 73.

Montlivaltia trochoides (terreno giurese).
Fig. 74.

nelle marne di S. Cassiano e nei calcari d'Hallstatt. Dicasi lo stesso dell'*Amm. Aon*, Mnst., graziosa conchiglia tutta tempestata di tuberculetti (fig. 73).

Sono assai frequenti gli avanzi delle colonie coralline formate specialmente dai generi *Montlivaltia*, *Eunomia* ed *Isastrœa*. Nel primo di questi generi il polipaio è semplice, cioè, costituito da un individuo isolato, il quale secerne, indipendentemente dai vicini, il suo calice calcare (fig. 74). Questo genere che apparve nei mari di San Cassiano, perdura tutta l'epoca secondaria e muore ai primordi dell'epoca eocenica. Nel genere *Eunomia* il polipaio è ramoso e consta di un ammasso di individui, i quali, secernendo ognuno il proprio ramo e la propria stella, si spiccano gli uni dagli altri. La figura 75 rappresenta un brano di roccia in cui corrono gli steli di *Eunomia* contemporanea a quelle d'Esin ma appartenente alla dolomia del Monte la Rasa al Nord di Varese, la quale non è che un impasto di coralli, di echinodermi, di molluschi posato sulle lave porfiriche vomitate dai vulcani dell'epoca permiana. Nel genere *Isastrœa* il polipaio è massiccio, cioè, i calici calcari secreti dai singoli individui sono strettamente serrati gli uni contro gli altri, ma però in modo da rimaner sempre nettamente circoscritti (fig. 76).

Ma per trovare l'organismo il più potente, il più diffuso che può dirsi il vero costruttore di queste montagne, dobbiam scendere ancor più basso sulla scala degli esseri fino alla classe degli Amorfozoari o Spugne. Una di queste forme inferiori della vita, descritta dallo Stoppani sotto il nome di *Evinospongia cerea* dominava

nel bacino d'Esino assolutamente signora. Appartiene alla divisione delle spugne a scheletro calcare scomparse intieramente coll'epoca terziaria. Moltiplicandosi, ramificandosi, serpeggiando in mille guise, si svolge in colossali proporzioni, forma e strati e banchi e intiere montagne, si insinua fra i polipi, li riveste ed imprigiona fra le sue braccia gli animali tutti soggiornanti in quel golfo dei quali certamente spegneva la vita.

La formazione d'Esino costituisce, come sappiamo, un piccolo centro nel gran complesso della dolomia superiore che incorona alcune fra le vette più cospicue delle Prealpi lombarde. Questa gran massa dolomitica che forma, diremmo quasi, il tetto del terreno triasico, contiene una fauna sua propria di gasteropodi e di acefali, fra i quali ultimi alcuni di particolare interesse. Son quattro specie di grandi dimensioni una delle quali è comune alla dolomia triasica di ambo i versanti alpini, le altre costituiscono un genere a parte e sono esclusive, almeno in Europa, alla zona italiana. Il primo di questi acefali appartiene al genere *Megalodon* e ricevette dallo Stoppani il nome di *Megalodon Gumbelii* (fig. 77) in cambio del nome di *M. triqueter* datogli dai Tedeschi e che pare fosse basato sovra un'erronea assimilazione di forme diverse. È una conchiglia che raggiunge in media la lunghezza di circa 60 mill. per una larghezza di 50. È foggiata a cuore, ha gli uncini robustissimi, ricurvi e talvolta quasi ravvolti sovra sè stessi, e la cerniera composta di un complicato sistema di denti. Questo fossile è comunissimo in tutta la formazione dolomitica, ed è esclusivamente limitato ad essa. Ci presenta pertanto uno di quei tipi preziosi che per la loro fisionomia spiccata e per la precisione dei confini delimitanti l'epoca in cui han vissuto, servono al geologo di criterio infallibile per la determinazione del terreno dove si rinvengono. — Le altre tre specie appartengono ad un genere singolarissimo, il genere *Dicerocardium*, creato dallo Stoppani. In Europa, come dicemmo, questa forma è propria solamente della zona italiana, ma si troverebbe, secondo Tate, anche nell'Asia e più precisamente nella regione Nord-Occidentale della catena dell'Himalaya. — A Caino in Lombardia quegli animali si addensavano in fitta popolazione e certo avrà presentato uno strano aspetto il fondo del mare irto di questi giganteschi e cornuti molluschi. La loro conchiglia consta di due valve eguali, ad enormi uncini, ravvolti regolarmente a spira. La cerniera, ed è questo un carattere importantissimo che mentre riunisce le tre specie fra di loro, le distacca genericamente dagli altri molluschi affini, consta di una lama assai robusta, non aderente al bordo della conchiglia che partendo dalla estremità anale e costeggiando il lato lungo il quale la conchiglia rimane chiusa, si insinua

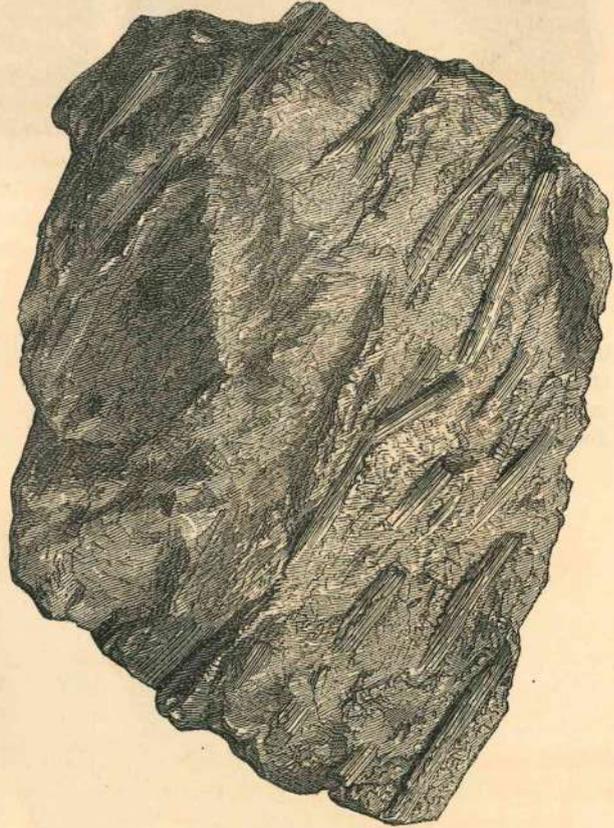



Fig. 75.

nell'interno dell'uncino. Lungo questa lama son disposti i denti e gli incavi corrispondenti che formano il complesso della cerniera. In tutte e tre le specie il lato boccale della conchiglia, cioè, quella parte che corrisponde alla bocca dell'animale che vive nell'interno, è limitato da una costa assai prominente e ne risulta un'area ampia ed incavata su cui si ergono i dui robusti uncini. Riportiamo dalle belle illustrazioni che ne diede lo Stoppani la figura assai impiccolita del *Dicerocardium Jani*, veduto dal lato boccale (fig. 78), e quella della conchiglia aperta del *D. Curioni* (figura 79), da cui facilmente si comprende la costruzione della conchiglia e le forme della cerniera.

Isastræa esinensis, Stopp.

Fig. 76.

Oltre a queste caratteristiche bivalvi, trovasi diffusa nella massa della dolomia superiore una piccola fauna che per la persistenza di alcuni tipi è oltremodo caratteristica. Sono assai frequenti fra i gasteropodi i due generi *Turbo* e *Delphinula*, molluschi che or non vivono che nei mari i più caldi: non meno comune è fra gli acefali una conchigliuzza del genere *Avicula*, l'*A. exilis*, Stopp. e alcune specie di

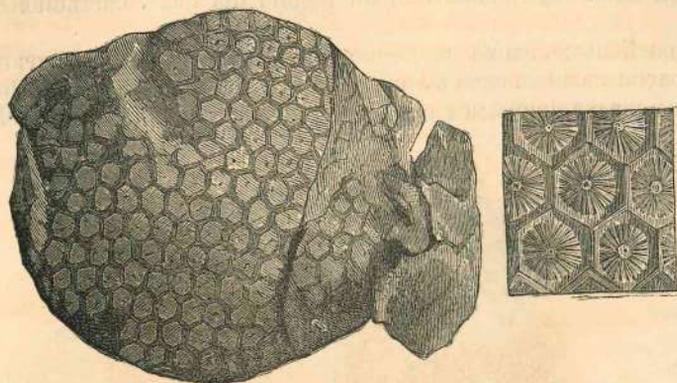
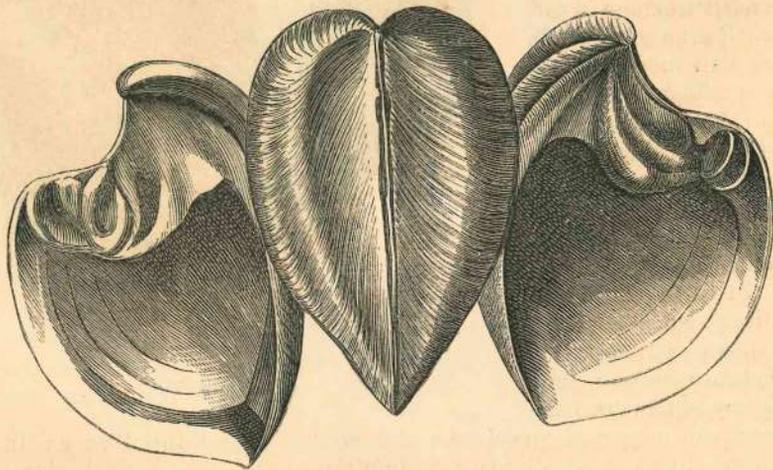
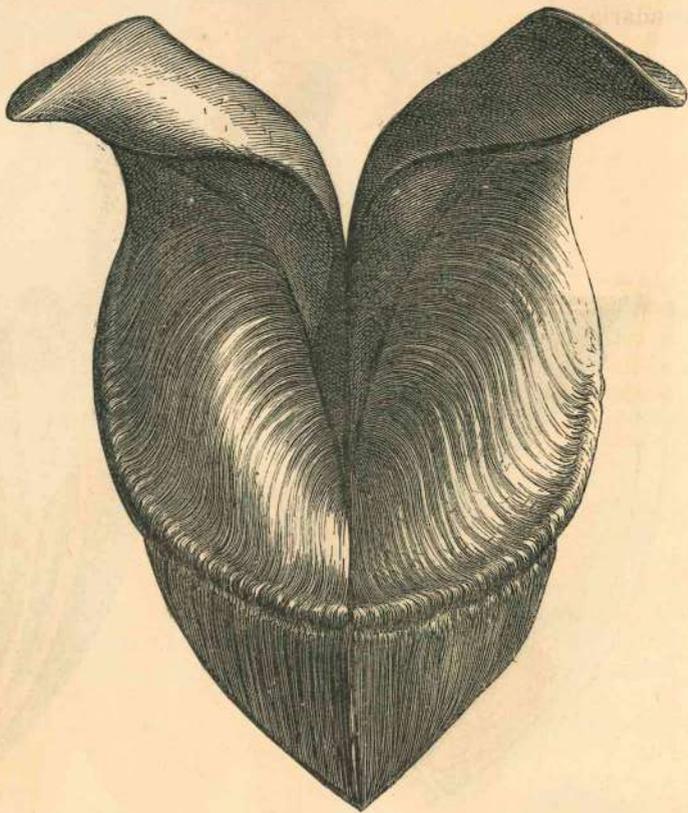



Fig. 77.

Mitili, di Arche e di Mioforie. — Ma più importante ancora di tutte le forme or nominate, almeno sotto l'aspetto stratigrafico, è un altro piccolo fossile, di cui non è ben chiara la natura. La massa dolomitica è talvolta intieramente forata da una meravigliosa quantità di tubetti cilindrici chiusi e rotondeggianti ad un'estremità. Assai sovente in luogo dei tubi veggonsi i nuclei calcari plasmati nella cavità e risultanti di piccole colonne di dischi sovrapposti. Lo Stoppani vede in quelle cavità i fori lasciati dai molluschi litofagi e perforanti, e precisamente dalle Gastrochene, sulle pareti della roccia. Altri paleontologi opinano diversamente. Schafhautl vedeva in quei cilindretti i resti delle Nullipore: Schauroth un polipo del genere *Chae*-

tetes; ultimamente un' altra autorità, quella del Reuss, propose di ascrivere il nostro fossile ai Briozoari. La quistione è ancora aperta, ma è desiderabile che venga risolta poichè è evidente che se questo piccolo organismo è un corallo o un briozoario, la schiera degli esseri che hanno edificate le nostre montagne si aumenta di un nuovo costruttore che fu potentissimo, malgrado le sue esigue proporzioni; se invece vi dobbiam vedere l' impronta di un mollusco litofago, abbiamo nel medesimo organismo non più un costruttore, bensì un distruttore della roccia che esso rodeva e bucherellava per crearsi un alloggio. In tutti i modi sta che questo essere problematico si sviluppò con straordinaria potenza verso il termine dell'epoca triasica. La figura 80 rappresenta un brano di dolomia proveniente dalla Valle di Brinzio al Nord di Varese ricchissima, come vedesi, dei caratteristici cilindretti che abbiamo descritto.

Fig. 78.

L'immane formazione dolomitica che cinge colle sue brulle pareti dall' aguzze cime la regione delle Prealpi italiane, costrutta nella profondità del mare triasico da coralli e dalle schiere infinite degli organismi inferiori, sostiene talvolta lungo la linea di massima altezza, altre volte lungo il pendio meridionale della catena un gruppo di scisti e di calcari che già conosciamo col nome stratigrafico di infralias e che presenta sotto il rapporto paleontologico il più vivo interesse. — È primieramente indubitato che il passaggio dalla roccia compatta e dolomitica alla roccia scistosa che la ricopre segna un essenziale mutamento nella geografia della regione in cui si formavano le rocce in discorso. Quei potentissimi ammassi di scisti più o meno sottili, nerissimi e carboniosi, i quali corrono da un estremo all' altro di Lombardia, insinuandosi fra i banchi superiori delle dolomie, e che appoggiandosi ad esse, colmano talvolta le valli e formano colline che sembrano mucchi colossali di carbone, accennano indubbiamente alle vicinanze di una terra estesa, alla formazione di una lunga costiera di mediocre profondità su cui andava accumulandosi la materia organica che si svolgeva sul fondo stesso o vi perveniva dalla spiaggia non troppo lontana. Infine nelle continue e lentissime oscillazioni a cui è in preda la corteccia del globo, io ritengo che il periodo infraliasico, almeno nei suoi primordii, segnì un parziale e momentaneo sollevamento di tutta la zona prealpina, ed è appunto in questo sollevamento che sta la ragione per la quale l'età del trias in cui, come sappiamo, i mari si inabissavano ad ingenti profondità è così recisamente separata tanto sotto il rapporto litologico quanto sotto il paleontologico dall' età susseguente.

Lo studio del terreno infraliasico e specialmente della ricchissima fauna che esso contiene, fu in Italia iniziato e puossi anche dire quasi compiuto dallo Stoppani il quale seppe condurre i più rigorosi paralleli fra i piani lombardi e i piani equivalenti d'oltr' Alpe, e pubblicò una bellissima monografia dei molti fossili che quel terreno contiene nelle classiche località delle nostre montagne. Già lo dicemmo ed or lo ripetiamo; il rintracciamento del terreno infraliasico nella zona prealpina è un fatto di capitale importanza nella storia della geologia italiana, poichè è quello che diede il mezzo di poterci orizzontare nella massa di calcari e di dolomia che si frappone fra il lias superiore e gli scisti cristallini, massa che primieramente riunita in un unico complesso, sotto il nome di terreno liasico, giaceva come insuperabile ostacolo per chi volesse addentrarsi nello studio dei primordii dell'epoca secondaria.

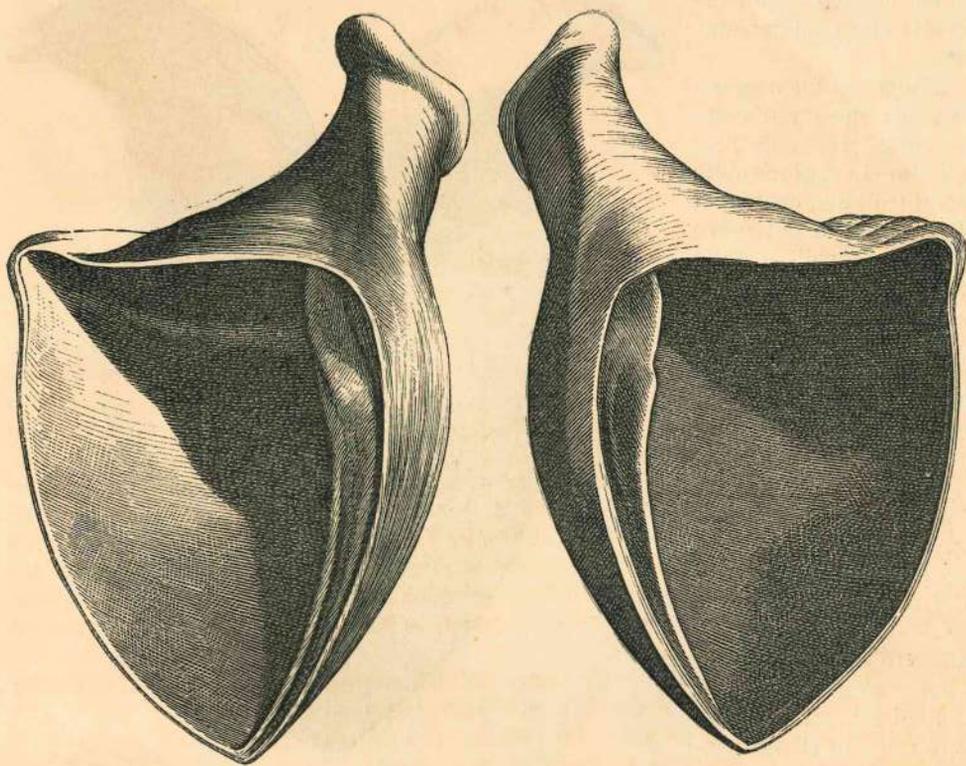



Fig. 79.

Il terreno infraliasico va scisso in tre piani ben distinti; al basso gli scisti neri, superiormente uno strato più o meno potente di dolomia e in mezzo un ammasso di calcari e marne. I due piani inferiori son quelli che contengono la quasi totalità dei fossili e sebbene alcune fra le specie più importanti siano comuni ai due depositi, pure havvi una diversità bastantemente spiccata fra la fauna degli scisti e quella dei calcari per poterle tener separate l'una dall'altra. Il terreno dell'infralias, conserva la sua triplice e caratteristica distinzione, in quasi tutta la zona in cui si rivela ed anche i fossili sono sparsi in copia in molte località di Lombardia; ma la regione in cui si scorge veramente tipico e dove fervea con maggior potenza la vita è l'alta Brianza, il tratto montuoso che si frappone fra Lecco ed Erba. È all'Azzarola alle falde del M. Baro ove trovansi i giacimenti più ricchi di fossili che fornirono in grande abbondanza i materiali allo studio. Pertanto l'abbozzo che stiam per tracciare della fauna infraliasica, si attaglia in modo speciale alle popolazioni soggiornanti in quella regione. — Del resto la distinzione fra una zona inferiore

scistosa e una massa superiore di calcari si manifesta costante, non solo in Italia, ma possiam dire in tutta Europa. Si conosce in Germania e in Inghilterra sotto il nome di *bone-bed* uno strato di scisti più o meno carboniosi, ricchissimo di avanzi organici, squame di pesci, denti di rettili, e le ossa del primo mammifero finora scoperto il *Microlestes antiquus*. Questo strato è equivalente per la sua posizione stratigrafica al piano dei nostri scisti infraliasici. Ciò che distingue i due giaci-

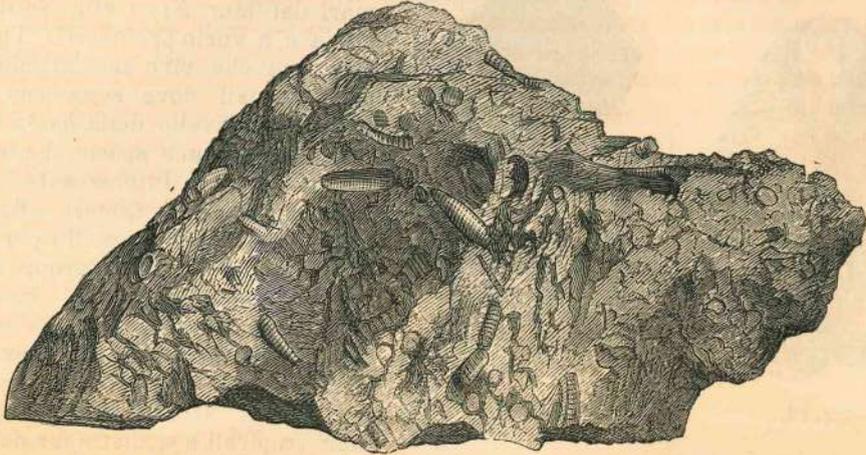



Fig. 80.

menti si è che in quello abbondano gli avanzi di animali superiori, da noi invece non vi si raccolgono che molluschi. Ciò deve dipendere da speciale configurazione geografica, che avrà influito sulle manifestazioni vitali, e fors' anche cadrebbe in parte anche questa differenza allorquando si volessero comprendere negli scisti infraliasici, come noi crediamo si debba fare, anche gli scisti neri di Besano sulle sponde del lago di Lugano finora ascritti ai terreni triasici. In questi scisti si trovano frequenti le impronte di pesci e di rettili, fra i quali ultimi notiamo il singolare *Pachypleura Edwarsi* eccellentemente studiato dal Cornalia, e i possenti Ittiosauri animali giganteschi e formidabili, predoni delle acque, alla cui superficie guizzavano aspirando l'aria nei capaci polmoni e battendo le onde colle quattro zampe foggiate ad ampie natatoie.

Ma ritornando allo studio della fauna indubbiamente infraliasica notiamo che uno dei suoi caratteri i più marcati e più particolarmente di quella degli scisti neri è la assenza dei cefalopodi e la scarsità dei gasteropodi. — Gli eleganti ammoniti e le possenti ortoceratiti che vogavano nelle lagune coralline dei mari del trias sono affatto scomparse od emigrarono in altre regioni, allorquando il continuo accumularsi dei sedimenti carboniosi rese per loro letali le antiche dimore. Val quasi lo stesso per le brillanti schiere di gasteropodi che tanto abbellivano il fondo del golfo d'Esino. Il tipo del gasteropodo subì, direi quasi, un momentaneo eclisse e nella congerie degli scisti neri non si rivela che con due piccole specie del genere *Chemnitzia*, col *Turbo Picteti*, Stopp., mollusco che formava delle piccole colonie nei banchi calcari interposti fra gli scisti e che rammenta sebben da lungi, il *T. depressus* dell'età precedente, colla *Stomatia Trotti*, Stopp. (fig. 81), specie appartenente a un genere che oggi vive nei mari di Giava e delle Filippine dove soggiorna sotto le pietre al livello della bassa marea e finalmente con tre piccoli *Cerithium*, genere che impareremo a conoscere più tardi quando lo troveremo nel suo massimo fiore. I lamellibranchi costituivano il grosso della popolazione sulla costiera infraliasica. Notiamo il genere *Pholadomya*, mollusco altamente organizzato, dal

Fig. 81.

mantello chiuso, dai longhi sifoni, dalla conchiglia equivalve, socchiusa, a ligamento esterno, ornata di coste. Oggi questo genere non è più rappresentato che da una sola specie vivente nei mari dell'Africa tropicale. Qui riproduciamo la *Pholadomya lariana*, Stopp. (fig. 82), che è comune anche al piano dei calcari. Il genere *Lucina* è rappresentato da tre specie di cui l'una la *Lucina circularis*, Stopp., assai frequente. È un genere che or gode di molta diffusione trovandosi in diversi mari del Mar Nero alla Nuova Zelanda e a varie profondità. Il genere *Cardium* che vive fiorentissimo nei mari attuali dove soggiorna sulla spiaggia al livello della bassa marea vi contava alcune specie, fra le quali particolarmente interessante il *Cardium cloacinum*, Quenst. (fig. 83), per essere uno dei fossili i più diffusi nell'infralias di tutt'Europa e specialmente nel piano del *bone-bed*. Non meno importante è un altro fossile la *Cardita austriaca*, Hauer (figura 84), che appartiene a un genere ancor oggi vivente sulle sponde dei mari tropicali e si distingue dal *Cardium* per alcuni dettagli della cerniera. È anche questo un fossile assai frequente nel terreno infraliasico specialmente di Germania; se non che i primi esemplari raccolti in Lombardia erano stati da Escher e da Merian identificati ad un'altra *Cardita*, la *Cardita crenata*, propria del terreno di S. Cassiano e che le è davvero estremamente affine e questa determinazione servì sulle prime a far discendere fino al livello del trias i nostri piani infraliasici, donde si produceva un nuovo arruffamento nella matassa che si trattava di dipanare. Il genere *Anatina* che comprende dei lamellibranchi altamente organizzati, dal mantello perfettamente chiuso e dai lunghi e riuniti sifoni, or vivente nei mari dell'India, delle Filippine, della Nuova Zelanda popolava con molte specie i lidi infraliasici di Lombardia. Notiamo l'*Anatina præcursor*, Oppel, come una delle forme le più caratteristiche dell'infralias dell'Europa centrale. — La *Myophoria*, di cui abbiam sì lungamente discorso descrivendo il terreno di Raibl, vive ancora con tre specie, di cui una la *Myophoria isosceles*, Stopp. è assai frequente, ma lo è più ancora il genere *Nucula* a cui appartengono migliaia di conchigliuzze ammucchiate sulla superficie degli scisti, unitamente ad altre appartenenti al genere *Leda* che gli è assai affine pei caratteri esterni della conchiglia. — Il tipo della *Pinna* vi è rappresentato da due specie. È un mollusco compreso nella famiglia delle Aviculidi e che quindi posa assai basso sulla scala dei lamellibranchi; ha la conchiglia foggiata a cono, la cerniera priva di denti e il bisso fortissimo. Vive ora assai diffuso in tutti i mari temperati e caldi, dove giace quasi sepolto nella sabbia del lido a una profondità che varia e che può discendere fino a cento metri. Negli scisti neri si trovano, come dicemmo, due specie, la *Pinna miliaria*, Stopp., che ritroveremo nel piano dei calcari e la *Pinna papyracea*, Stopp. Le valve di quest'ultima specie formano in alcune località dei veri ammassi che si potrebbero, dice lo Stoppani, prendere per mucchi di foglie secche piegate e ravvolte. Il genere *Mytilus* che abbiam altrove descritto è presente con cinque specie, quattro delle quali il *Mytilus psilonoti*, Quenst. (fig. 85) il *M. Schafhautli*, Stur., il *M. productus*, Tqm. e il *M.*

Fig. 82. Fig. 83. Fig. 84.

Fig. 85.

Fig. 86.

glabratus, Dkr, si ritrovano anche nell'infralias di Germania. — Ma il genere che tenne, diremmo quasi, il regno nei mari dell'infralias è il genere *Avicula*, di cui una specie l'*Avicula contorta*, Portl(fig. 86), malgrado le sue esigue dimensioni è uno fra i fossili i più caratteristici, una di quelle poche forme che servono al geologo di criterio certissimo per la determinazione del terreno in cui si trova. Infatti non solo questa conchigliuzza è assolutamente esclusiva al piano dell'infralias, ma vi è ammucchiata in gradissima quantità in qualsiasi regione dove esista quel terreno. Non puossi forse citare alcun altro esempio nè sul fondo dei mari geologici nè su quello dei mari attuali di un'altra forma che, conservando intatto il suo tipo specifico, sia diffusa dovunque con tanta profusione. Negli scisti neri essa va unita ad altre specie che anzi si trovano più frequenti di lei. Su quei lidi bassi e fangosi il piccolo mollusco a cui era riservato un vicino e splendido avvenire, si svolgeva timidamente alla vita, aspettando per moltiplicare le schiere dei suoi individui, che l'aumentata profondità del mare gli fornisse un ambiente più acconcio alla sua prosperità. — Il tipo della *Gervilia* così affine a quello dell'*Avicula* conta negli scisti neri tre specie, di cui l'una la *Gervilia inflata*, Schaf. è poco meno della *Avicula contorta* caratteristica del terreno infraliasico. Anch'essa comincia appena ad apparire nel piano degli scisti, ma la vedremo poi svolgersi in tutta la sua potenza nel piano dei calcari. — All'opposto il genere *Anomia* sembra in Lombardia esclusivo agli scisti neri. È un mollusco dalla conchiglia inequivalve, e che si fissa agli oggetti esterni per mezzo di un fascio fibroso e più o meno testaceo che si protende da un foro o da un incavo esistente nella valva minore, disposizione che dà al mollusco una apparente analogia coi brachiopodi. Questo genere ora è vivente in molti mari, adattandosi colle sue specie diverse ai più diversi climi dal Mar Glaciale agli oceani dell'India e dell'Australia. L'*Anomia Schafhaulti*, Wink è presente anche nell'infralias d'oltr'alpe. — Più frequente ancora delle Anomie è un altro mollusco la *Plicatula Archiaci*, Stopp., che entra come le prime nella famiglia delle ostriche. La *Plicatula* è un mollusco dalla conchiglia inequivalve, in cui la valva inferiore è convessa e fissa al suolo, la superiore libera e piana. Or vive con poche specie nei mari caldi; la *P. Archiaci* era fiorentissima sui lidi di Brianza in modo da costituirvi coi suoi gusci un banco che ha lo spessore di un metro. — Con queste forme assai basse di molluschi lamellibranchi sembra si chiuda la storia del mondo animale nell'epoca in cui si deponevano i sedimenti carboniosi che diedero origine agli scisti neri. — Nè gli echinodermi, nè i polipi, nè gli amorfozoari pare potessero vivere in quell'ambiente di detrito organico, per cui mancano in quegli strati le forme appunto che vedemmo plasmare coi loro avanzi le montagne di dolomia e di calcare. Ma il loro posto era ampiamente occupato dagli organismi vegetali. La superficie degli scisti è assai spesso letteralmente coperta da una congerie di corpicciuoli che sotto alla lente rivelano la forma di bastoncini, a lati paralleli, ottusi e rotondi alle due estremità, vuoti nell'interno, e percorsi da uno o due solchi longitudinali. In alcuni tipi il corpicciuolo è striato trasversalmente e le strie passano tanto sul corpo del bastoncino quanto sul solco. Oswald Heer fece di questo problematico organismo uno studio assai accurato, da cui risulterebbe ch'esso appartiene a quella forma di vegetali microscopici, conosciuti sotto il nome di Diatomee che ravvolti in un guscio siliceo su cui son talvolta tracciati i più vaghi disegni, galleggiano sulle lagune stagnanti tanto d'acqua dolce come d'acqua marina. Quando il piccolo vegetale muore, cade al fondo ed è facile il comprendere, vista la straordinaria rapidità con cui si moltiplica, come possa a poco a poco formarsi sul fondo un giacimento organico e come esso pertanto sia entrato quale elemento essenziale nel processo di formazione dell'ammasso scistoso. Heer ha creato per questa diatomea il genere *Bactryllium* e vi distinse diverse specie, fra le quali la più comune, quella che è veramente caratteristica dell'infralias inferiore è il *Bactryllium striolatum*.

Il piano dei calcari superiori agli scisti è veramente il regno della fauna infraliasica. L'epurazione che subirono le acque per effetto, certamente, di una maggiore lontananza della spiaggia, preparò un ambiente infinitamente più opportuno

allo sviluppo non solo dei molluschi, ma ben anco di quegli organismi inferiori ai quali, come sappiamo, è dovuta per grandissima parte la formazione degli strati calcari. Se non che allontanandosi sempre maggiormente la spiaggia, per effetto dell'abbassamento, il fondo del mare si fece inabitabile alle colonie dei molluschi che andarono scomparendo e lasciarono solitari padroni i coralli i quali costruendo i nuovi edificii sovra gli antichi e, direi quasi, accavallandosi le giovani generazioni sul dorso delle vecchie, si innalzano mano mano appunto che il fondo si abbassa e ponno pertanto conservarsi di continuo al medesimo livello. — Nella fauna dei calcari i gasteropodi per quanto più numerosi che negli scisti, sono ancora estremamente scarsi, e di esigue dimensioni. Havvi qualche piccola *Chemnitzia*, una *Neritopsis*, la *N. tuba*, Schaf., che si trova anche in Germania, qualche *Trochus*, qualche *Turbo*, la *Ditremaria præcursor*, Stopp., il primo saggio di un tipo che poi si svolse più riccamente nell'epoca giurese, e qualche altra conchigliuzza di dubbia e difficile determinazione. Perdura infine quell'ecclisse del tipo gasteropodo che già notammo nel terreno degli scisti, e ancor non vediamo nei nostri mari i discendenti di quei brillanti molluschi che aveano fiorito nell'epoca del trias. Sconfinata invece è la copia dei lamellibranchi e noi ora non andremo che spigolando in un campo troppo ampio e troppo ricco di messe perchè si possa completamente descriverlo ed usufruirne in un'opera come la nostra. — Generalmente i tipi osservati nel piano degli sciti, son presenti nei calcari ma con copia assai maggiore di forme, e si aggiungono poi molti altri tipi non ancora comparsi nel precedente. — Il genere *Pholadomya*, oltre la *Pholadomya lariana*, che già abbiamo menzionato, comprendeva altre specie, fra cui la bellissima *Ph. margaritata*, Stopp. (fig. 87). Trovansi alcune forme dei generi *Corbula*, *Mactra*, *Cyprina*, ma difficilmente riconoscibili e di non molta importanza: fiorentissimo invece il genere *Cardium* che vi conta dieci specie, fra cui particolarmente interessante il *Cardium philippianum*, D'Orb.; un'esigua conchigliuzza che pure è presente nell'infralias di Svizzera, di Germania e di Francia. Il genere *Isocardia* che abbiam già descritto parlando della fauna triasica, è rappresentato da due specie di cui l'una l'*Isocardia Azzarolae*, Stopp., assai frequente nella località da cui prende il nome. Il tipo della *Cardita* è ricco di sette specie, fra le quali abbondantissima la *Cardita austriaca* che già conosciamo. La *Myophoria* conta due specie di cui l'una la *Myophoria inflata*, Emm, comune anche nei terreni d'oltr'alpe. Il genere *Arca* si presenta con tre specie. L'*Arca* è un mollusco compreso nella divisione dei lamellibranchi senza sifone e a mantello aperto; ha la conchiglia subquadrata, fortemente costata, dalla lunga cerniera con denti numerosi, e si attacca agli oggetti con un bisso assai robusto. È un tipo che visse in tutte le epoche geologiche e che conta ancor oggi numerose specie sparse in tutto il globo dal mar glaciale agli oceani tropicali. Vivono generalmente nell'acque basse nascoste sotto le pietre e nei crepacei della roccia. L'*Arca Azzarolae*, (fig. 88) Stopp. è assai frequente nei nostri calcari. — Vi vediamo inoltre qualche *Nucula* ed una *Leda*, ma un tipo più interessante è quello della *Pinna miliaria*, Stopp. che già trovammo presente negli scisti neri. È una conchiglia che sembra potesse raggiungere grandissime dimensioni e che è percorsa longitudinalmente da 40 a 50 coste su cui si allineano dei tubercoli assai prominenti, lisci, rotondi od allungati. Il *Mytilus* conta quattro specie fra le quali ritroviamo il *Mytilus psilonoti* ed il *M. Schafhaulti*. Una esigua conchigliuzza il *Myacites faba*, Wnkl. acquista importanza per la copia con cui talvolta sono ammucchiati i suoi gusci sulla superficie degli strati e per essersi trovata in altre località tanto d'Italia quanto d'oltr'Alpe. — Il genere *Avicula* oltre la caratteristica *Avicula contorta* ha nei calcari cinque altre specie fra cui notevole l'*Avicula inaequiradiata*, Schafh (fig. 89)

Fig. 87.

graziosa conchiglia poco frequente all'Azzarola ma assai diffusa nell'infralias di Germania. — La *Gervilia inflata* (fig. 90), come già dicemmo, ha diviso coll'*Avicula contorta* il regno dei mari infraliasici. Comunissima in Baviera ed in Tirolo abbonda ancor maggiormente in Lombardia. Formava qua e là sul fondo del mare delle fittissime colonie di cui oggi ritroviamo gli innumerevoli gusci ammucchiati negli strati calcari. — Un mollusco che propriamente nella località dell'Azzarola si trova con grandissima frequenza è la *Lima*. Vi conta sette specie e la più interessante è la *Lima punctata*, Sow (fig. 91), fossile estremamente caratteristico del terreno infraliasico, trovandosi in Francia, in Inghilterra, in Irlanda ed in Germania. — Ricco di forme molteplici è pure all'Azzarola il genere *Pecten* fra le quali riproduciamo il *Pecten Falgeri*, Mer. (fig. 92), ma un fossile assai più importante è un mollusco del genere *Plicatula*, la *P. industriata* Emm. (fig. 93). Questo mollusco, è comune, al pari della *Lima punctata* e della *Avicula contorta* all'infralias di tutta l'Europa. La valva superiore è ornata tanto all'esterno quanto all'interno di un gran numero di piccole coste lineari raggianti dal vertice, le quali presso all'orlo terminano con una serie di tubercoli, ai quali succede un rigonfiamento circolare da cui si svolge il margine estremo della valva. L'inferiore è fissata agli oggetti esterni talvolta per tutta la sua superficie, altre volte per un

Fig. 88.

Fig. 89.

Fig. 90.

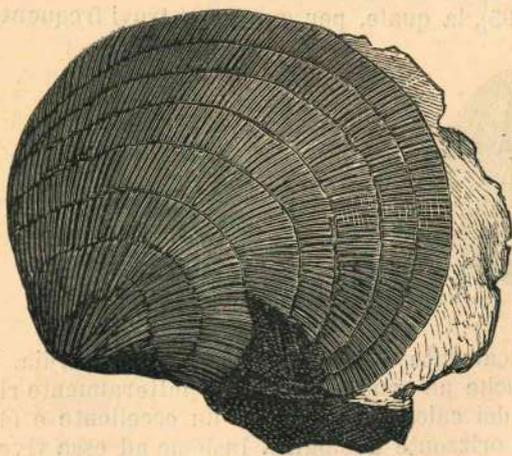



Fig. 91.

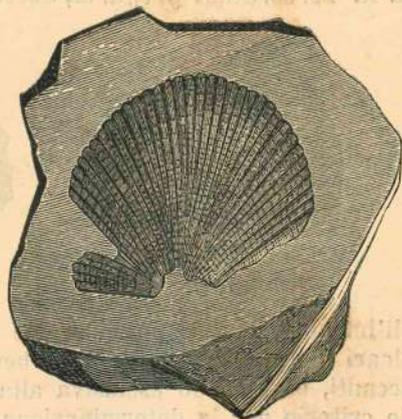



Fig. 92.

punto solo. All'Azzarola questo mollusco si scorge appiccicato in grande quantità sui polipaj, sulle altre conchiglie, sugli individui della sua stessa specie. Qualche volta la

valva inferiore è straordinariamente sottile così che traspariscono sotto ad essa gli ornati delle conchiglie su cui è posata; ma di solito si svolge con dimensioni grandissime in confronto a quelle della valva superiore che ne rimane in mille modi guasta, piegata e ravvolta. Quattro altre specie assai meno interessanti andavano compagne all'Azzarola a questa forma dominante. — Allato alla *Plicatula* troviam pure abbondante il tipo dell'Ostrica, l'una e l'altra costituenti due generi estremamente affini e che sono compresi nella medesima famiglia. Tra le molte specie presenti all' Azzarola notiamo l' *Ostrea nodosa*, Goldf, l'*Ostrea palmetta*, Sow., l' *Ostrea costulata*, Roem., l'*Ostrea ascendens*, Quenst., perchè sono forme schiettamente giuresi e forniscono pertanto un argomento assai valido a chi vuol collocare il piano infraliasico nella gran divisione dei terreni giuresi, tenendolo recisamente separato dal sottoposto Trias. Qui riproduciamo l'*Ostrea hinniles*, Stopp. (fig. 94) assai comune nell'Azzarola.

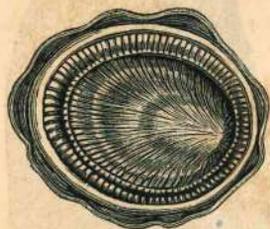



Fig. 93.

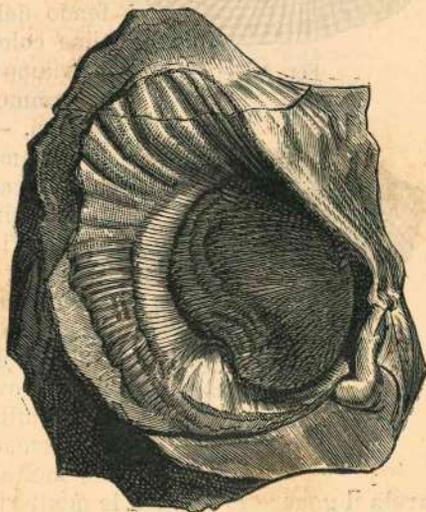



Fig. 94.

I brachiopodi che negli scisti neri sono pressochè intieramente mancanti, ricompaiono nei calcari con poche forme ma sommamente importanti, nè certo dobbiam meravigliarci di questa riapparizione sapendo come anche sui fondi dei mari attuali questo tipo di mollusco prediliga per suo soggiorno i pavimenti calcari e rifugga dalle fanghiglie argillose. Questi nostri brachiopodi appartengono tutti a specie caratteristiche dell'infralias nelle alpi austriache e bavaresi dove i brachiopodi prosperavano in grandissima copia tenendo soggetto il tipo dei lamellibranchi che presso di noi ha invece il sopravvento. Furono emigranti che vennero nei nostri mari e, trovando propizie condizioni, vi si stabilirono in mezzo alle popolazioni già fiorenti che ne animavano il fondo. — Fra questi brachiopodi la specie assolutamente dominante era la *Terebratula gregaria*, Suess (fig. 95), la quale, per quanto si trovi frequente

Fig. 95.

Fig. 96.

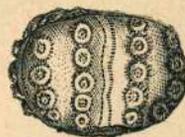



Fig. 97.

nell'infralias d'oltr'alpe, si svolse più riccamente ancora nei mari di Lombardia. I calcari di Brianza e delle valli bergamasche ne sono assai spesso letteralmente riboccanti, ed essendo esclusiva alla zona dei calcari, costituisce un eccellente e facile criterio per la determinazione di un orizzonte geologico. Insieme ad essa vivevano, ma assai meno potenti, due altre Terebratule, la *Terebratula pyriformis*, Suess., e la *Terebratula grossulus*, Suess. Più abbondante di queste due ultime è un altro brachiopodo, lo *Spirifer Munsteri*, Davids (figura 96), che è un fossile riconosciuto come specie liasica ma di cui evidentemente si deve cercar l'origine nei mari dell'infralias.

Discendendo ora sulla scala degli esseri ai tipi inferiori ai molluschi ci incontriamo primieramente nella gran divisione degli Echinodermi. Fra questi gli eleganti Pentacrini che vedemmo abbellire il fondo dei mari triasici sono pressochè intieramente assenti. Vive invece il tipo degli Echinidi che vi si rivela coi generi *Cidaris* ed *Hypodiadema*. Il primo di questi generi conta numerose specie di cui alcune assai belle e che doveano essere di non piccolo ornamento alla spiaggia su cui andavano strisciando. Queste specie sono tutte esclusivamente proprie del nostro infralias ed anzi più strettamente ancora della località dell'Azzarola meno tre che si trovano anche nei calcari del lago di Como. Qui riproduciamo la *Cidaris Curioni*, Stopp. (fig. 97).

In mezzo a questa fauna così varia e così ricca sorgevano in gran copia i banchi dei coralli, che formavano anzi il substrato su cui vivevano quelle floride popolazioni. Riportiamoci colla mente alle isole coralline degli oceani tropicali dove si addensano sovra i pavimenti, lungo le pareti costrutte dai polipi schiere così fitte e brillanti di animali marini. Ebbene questo spettacolo si ripeteva colle medesime forme nei mari infraliasici. Intorno alle terre, ai continenti che sorgevano sulla linea delle Alpi, le colonie coralline disegnavano delle barriere continue. La *Stylina*, la *Thecosmilia*, l'*Isastraea*, la *Thamnastraea*, la *Rabdophylia* ed altri generi ancora e ramosi e compatti fabbricavano, secernendole dai loro tessuti, le muraglie cingenti le lagune dove aveano ricetto le Avicule, le Terebratule, le Ostriche e tanti altri molluschi. Ma, come già dicemmo, parrebbe che la crescente profondità del mare e quindi la maggior lontananza dalle terre, rendesse col succedere dei tempi difficile la vita a questi animali relativamente superiori i quali scomparvero lasciando che i coralli si sviluppassero solitariamente innalzando sempre maggiormente le pareti dei loro edifici. In questo momento è il genere *Rhabdophillia* (fig. 98) un elegante polipaio ramoso, affine a quello che abbiam già descritto parlando dei coralli del trias, che ebbe il predominio dei mari e costrusse un monumento che desta la più alta ammirazione in chi sappia discernere le sue linee lungo i fianchi delle nostre montagne Da un capo all'altro di Lombardia, interposta fra i piani dell'infralias e del lias, corre una fascia calcare e dolomitica, che sorge altissima, verticale, dal molle pendio sottoposto e che sostiene a sua volta piani e declivi verdeggianti di pascoli e di boschi. Ebbene quella brulla fascia è un banco immane che la *Rhabdophillia* ha costrutto e in cui serpeggiano le selve dei suoi steli arborescenti. Fra quella barriera e le terre interne vaneggiava al certo un'ampia distesa di mare profondissimo, che poi fu colmata dai sedimenti dell'epoche successive, quando cangiate le condizioni di clima e di luogo, si spense la vita del corallo e il tutto fu sepolto sotto agli strati deposti in più giovani mari. — Infatti il terreno infraliasico si chiude in Lombardia con uno strato più o meno potente di dolomia a cui poi succedono verso l'alto le formazioni del lias. Questa dolomia generalmente è priva di fossili, se non che alla sua base e precisamente sovra il tetto del banco corallino trovansi le impronte di una gigantesca conchiglia il *Conchodon infraliasicus*, Stopp. (fig. 99). Questo mostruoso mollusco non è molto diffuso; sono i calcari infraliasici del lago di Como che lo contengono in copia maggiore e celebre appunto per opera sua è il così detto *Sasso degli stampi*, una lastra calcare che scorgesi al disopra di Tremezzo, la cui superficie è intieramente coperta di quelle bizzarre impronte. È un genere scoperto dallo Stoppani il quale seppe distinguerlo dalle altre colossali bivalvi che trovansi giacenti nella dolomia del trias, portando in tal modo la luce nell'oscuro problema della successione dei nostri terreni e della delimitazione degli orizzonti geologici. È una conchiglia equivalve, gonfia e cordiforme. Ha gli uncini assai grandi e involti, la cerniera solidissima, composta di un complicato sistema di denti, fra cui uno specialmente rimarchevole, collocato sulla valva destra e foggiata a cucchiaio; il ligamento interno collocato in una gran fossa marginale; tutti caratteri che fanno di questo mollusco un tipo assai singolare e a cui difficilmente si può trovare un vincolo di parentela con altre forme sia del passato che del presente.

I terreni infraliasici delle sponde del golfo della Spezia contengono anch'essi

una messe abbondante di fossili che furono studiati dal Capellini. Nel suo complesso la fauna della Spezia si distacca da quella di Lombardia per una relativa abbondanza di gasteropodi. Una sola specie, la *Neritopsis tuba* è comune alle due località. Delle altre forme alcune sono nuove, le altre vivevano nei mari dell'Europa

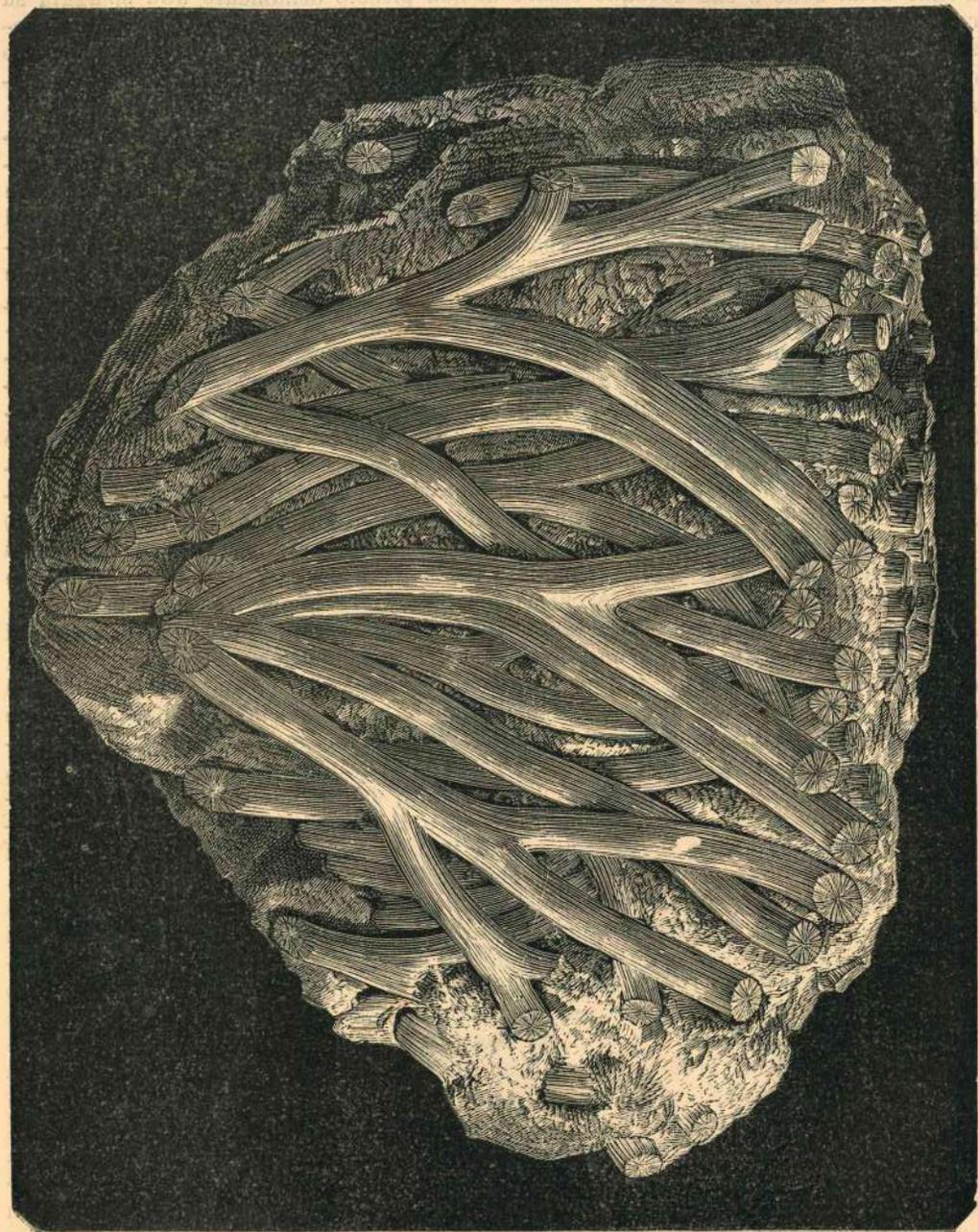



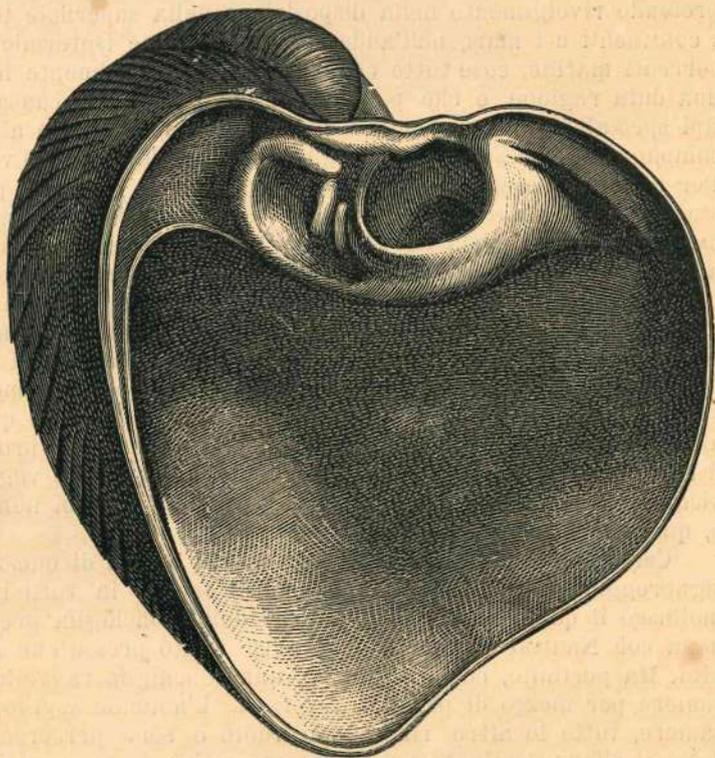
Fig. 98. — *Rabdophyllia longobardica*, Stopp.

centraie e hanno lasciato i loro avanzi negli strati infraliasici del Lussemburgo. Appartengono quasi tutti ai tre generi *Chemnitzia*, *Cerithina*, *Turritella*. I lamellibranchi invece hanno la massima affinità con quelli di Lombardia. Notiamo come più comune il *Myacites faba* che ricopre dei suoi gusci la superficie degli strati, la

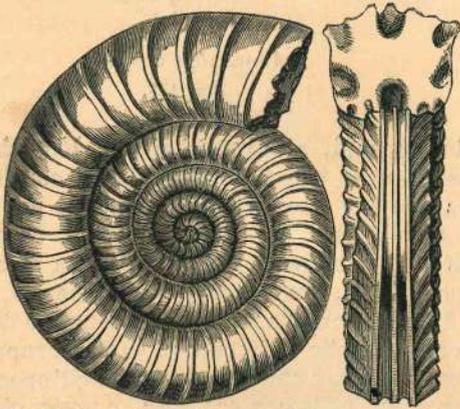
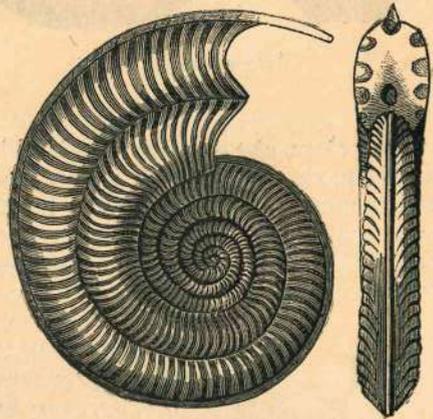
Cardita munita, Stopp. presente anche in Lombardia, ma che vi è men diffusa dell'altra specie a lei affine, la *Cardita austriaca*. Si contano otto specie di avicule quasi tutte appartenti a specie d'oltr'Alpe, meno la graziosa *Avicula inaequiradiata* che trovammo anche all'Azzarola, e notiamo che la Spezia è una delle pochissime località in cui manchi tra tanta ricchezza di Avicule, la caratteristica *contorta*. Il genere *Pecten* si presenta con quattro specie, di cui tre son comuni alla fauna lombarda. Ritroviamo la *Lima punctata*, la *Lima Azzarolæ* a cui van compagne tre altre forme, comuni all'Europa centrale. Frequentissima poi, come sempre laddove rivelasi il terreno dell'infralias, la *Plicatula intusstriata*. I brachiopodi son rappresentati da due Rinconelle, ma vi mancano quelle forme così caratteristiche della *Terebratula gregaria* e dello *Spirifer Münsteri*. In complesso questa fauna della Spezia co'suoi gasteropodi, colle sue Avicule si avvicina alla fauna del Lussemburgo non meno che a quella di Lombardia, e ci dimostra come il ripetersi dei medesimi tipi deve dipendere non solo dalla reciproca vicinanza delle varie località, ma ben anco dal ripetersi delle medesime condizioni di clima e di suolo. Frequentissime sono sugli scisti della Spezia le impronte del *Bactryllium* che galleggiava nelle acque di quei mari a sciami non meno densi che in quelle di Lombardia.

Fig. 99.

Per ritrovare un altro giacimento di fossili infraliasici dobbiam scendere fino all'isola di Sicilia, dove il Seguenza li ha scoperti nei dintorni di Taormina. È desiderabile uno studio completo di questa fauna siciliana che potrà dare interessanti risultati, confrontandola con quelle delle regioni più settentrionali. Intanto vi notiamo la presenza della *Lima punctata*, e della *Plicatula intusstriata*, i due molluschi tanto frequenti in tutto l'infralias: vi si trova la *Pinna miliaria*, una delle specie più caratteristiche della fauna lombarda; ma pur sembra che il predominio dei mari siciliani fosse esercitato dai brachiopodi, che già vi contano quattro specie importantissime, le due Terebratule, *gregaria* e *pyriformis*, e due Rinconelle la *R. fissicostata*, Suess. e la *R. subrimosa*, Suess., tutte forme comuni al versante settentrionale delle Alpi.

L'epoca giurese la quale comincia coi calcari del lias inferiore ed è rappresentata in Italia da formazioni ricchissime di fossili, si distingue paleontologicamente per alcuni caratteri i quali essendo comuni a ciascun dei suoi piani li riuniscono in un complesso, in un tutto che si distingue per una fisionomia veramente peculiare. — Il più importante e il più marcato di questi caratteri è lo sviluppo enorme dell'ordine dei cefalopodi e più particolarmente del tipo degli Ammoniti. Già accennammo alla esistenza di questi molluschi al chiudersi dell'epoca triasica,

e vedemmo come una loro colonia avesse popolato il golfo d'Esino. Ma non erano gli Ammoniti triasici che i precursori sull'area dei continenti attuali delle innumerevoli schiere che vi si addensarono nell'epoca giurese. Donde, come e perchè questi eserciti potenti veleggiarono ai nostri mari? Il problema non si presenta meno arduo a spiegarsi se lo guardiamo, e lo sminuzziamo nelle sue singole parti. Così, per es. i calcari liasici di Saltrio in Lombardia posano sovra un complesso potente di altri calcari di dolomie e di scisti in cui non havvi la più piccola traccia di cefalopodo e nella medesima condizione trovansi tutte le montagne circostanti. Eppure quei calcari, contengono in gran copia e Nautili ed Ammoniti di grandi dimensioni e di forme complicate. Certo questi animali non ponno essere comparsi la prima volta là dove or li troviamo sepolti, ma debbono esservi immigrati da qualche altro mare seguendo il giro delle correnti che mutano col mutar delle condizioni geografiche del globo. — Ebbene la spiegazione che serve al caso parziale si attaglia anche al fenomeno preso in grande. Il predominio degli Ammoniti deve dipendere da qualche profondo rivolgimento nella disposizione della superficie terrestre, nei rapporti fra i continenti e i mari, nell'andamento delle zone isotermiche e nella direzione delle correnti marine, cose tutte che affettano essenzialmente le condizioni biologiche di una data ragione, e che ponno anzi devono essere causa della diffusione di certi tipi speciali e del predominio che essi assumono sulle altre forme che lor vanno compagne. Del resto dobbiamo guardarci dal desiderio di voler comprendere troppo. Per quanto possano moltiplicarsi le ricerche e crescere pertanto le analogie constatate fra il presente ed il passato, sarà sempre impossibile di definire con tutta esattezza le condizioni del globo nell'epoche trascorse e molto meno di seguir passo a passo il corso continuo del fiume della vita. Troppo spesso questo fiume si perde in tenebrosi abissi dove nol può seguire nemmeno lo sguardo il più aguzzo e non lo rivediamo che al di là del passo difficile. Non dobbiamo dire per questo che la corrente siasi interrotta, bensì confessare la debolezza dei nostri mezzi che ci rende incapaci di conoscerne il preciso cammino, sebbene la mente ci insegni che quel cammino esiste. Tale è propriamente il caso di tutte le quistioni che si riferiscono alla biologia del passato. Noi possiamo intravvedere il profilo oscillante della verità fra la nebbia accumulata per tanta lontananza, ma se vogliamo stringer troppo da vicino quella fugace apparizione, essa ci sfugge e noi non raccogliamo che il nulla o, quel che è peggio, il falso.

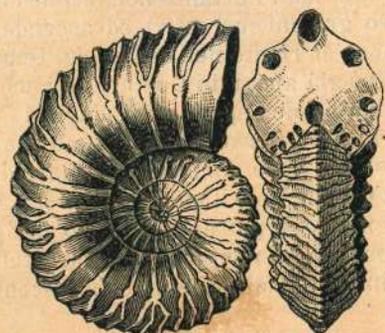
Cerchiamo ora di formarci un'idea più esatta di questo tipo dell'Ammonite che signoreggiò per sì lunga successione di epoche in tutti i mari del globo. — È un mollusco il quale nell'aspetto esterno della conchiglia presenta la più stretta analogia col Nautilo col quale deve aver avuto presso che identiche le abitudini di vita. Ha pertanto, come sappiamo, una conchiglia ravvolta a spira, divisa in tante camere per mezzo di pareti trasversali. L'animale soggiorna nell'ultima di queste camere, tutte le altre rimangono vuote e sono percorse da un tubetto cilindrico detto il sifone destinato probabilmente a due scopi, a quello, cioè, di rendere più robuste le pareti e di cooperare ai mutamenti di pressione dell'aria negli spazi vuoti della conchiglia. — Or l'Ammonite si distingue dal Nautilo per due caratteri, il primo è la posizione del sifone che nel Nautilo è centrale, nell'Ammonite invece corre presso il margine esterno della spira; il secondo è la linea frastagliata che si disegna al contatto di ognuna delle pareti col guscio della conchiglia, e che è prodotta dal fatto che mentre la parete nella sua parte centrale è liscia e piana, verso l'orlo è tutta pieghettata e si complica quindi di parti rientranti e di parti salienti che unendosi al guscio vi lasciano l'impronta di eleganti e complicati fogliami. Questo carattere è importantissimo perchè, essendo le pareti una secrezione del mantello muscolare che involge i visceri dell'animale il frastagliamento di quelle indica una identica configurazione in questo, e siccome tutto si collega nell'organismo così le modificazioni del mantello avranno prodotto equivalenti mutazioni in tutto il complesso dell'animale, ed è in questo modo che appoggiandoci a un singolo carattere, pur siamo autorizzati a considerar l'Ammonite come un tipo generico affatto distinto dagli altri cefalopodi tetrabranchiati. Non è però a credere che l'Am-

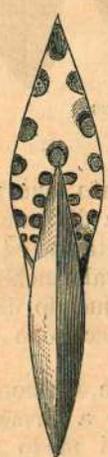
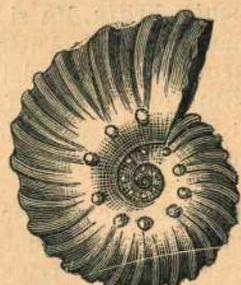
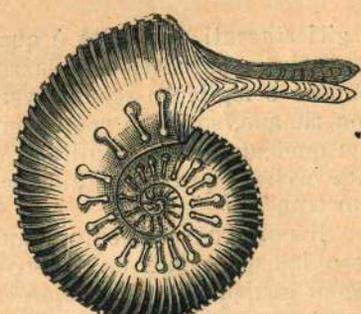
monite sia separato dal Nautilo con un taglio netto e reciso, che non vi siano fra l'uno e l'altro delle forme di transizione le quali riuniscano la linea semplice dei diaframmi dell'uno ai bizzarri e complicatissimi fogliami dell'altro. Queste forme intermedie sono rappresentate in modo speciale dai generi *Goniatites* e *Ceratites*, molluschi affini agli Ammoniti se non che nei Goniatiti le pareti vengono a contatto col guscio della conchiglia lungo una linea sinuosa od angolosa, ma che non è mai dentata, e nei Ceratiti questa linea è bensì dentata, ma non presenta la ramificazione a fogliami. Pertanto nell'ordine della classificazione queste forme costituiscono quattro gradini successivi ed ascendenti dal Nautilo all'Ammonite, e la medesima successione si ripete nell'ordine del tempo. Nei mari paleozoici dominavano i Nautili; erano però già apparsi i Goniatiti e anche i Ceratiti, ma questi ultimi in numero assai scarso. All'alba dell'epoca secondaria i Nautili cedono il posto alle forme rivali; nei mari triasici i Ceratiti si svolgono con grande ricchezza di specie, e appare per la prima volta il vero Ammonite. I mari delle epoche giurese e cretacea sono il regno di quest'ultimo tipo, il quale poi a sua volta decadde mentre si spiccavano da esso, verso il mezzo e più ancora verso la fine dell'epoca secondaria, alcune altre forme le quali conservando intatti quei caratteri distintivi della famiglia, che sono il sifone marginale e il diaframma arborescente, allentano la spira della conchiglia che si svolge

Ammonites bisulcatus
Fig. 100.

Ammonites serpentinus
Fig. 101.

a giri staccati e talvolta è quasi intieramente diritta. Ma si vegga quanto sono misteriosi e apparentemente bizzarri i fenomeni biologici. Tutte le forme a diaframma sinuoso o fogliaceo scomparvero intieramente col finire dell'epoca cretacea ed or non rimane, solitario rappresentante di tutto l'ordine dei cefalopodi tetrabranchiati, che quel medesimo Nautilo il quale ne fu il precursore e l'araldo nel mondo della vita e che sopravvisse alla schiera innumerevole di specie che si staccarono dal suo tronco.

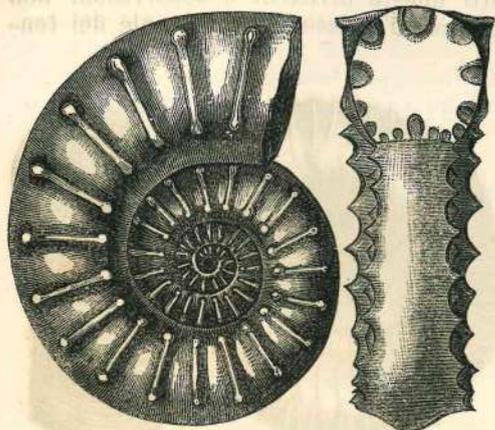
Il numero veramente grandissimo delle specie comprese nel genere Ammonite rese indispensabile un lavoro di classificazione, per il quale venissero a formarsi alcuni gruppi che abbracciassero le forme affini, e ne rendesse per tal modo più facile e più naturale l'ordinamento. — Secondo il metodo del Pictet, che ha modificato in qualche cosa il lavoro già compiuto in parte dal De Buch e dal d'Orbigny, gli Ammoniti potrebbero dividersi in sei sezioni; la prima comprende quegli Ammoniti che hanno all'esterno del guscio e lungo la linea sifonale una chiglia prominente, continua, separata spesso per mezzo di due solchi dalle parti vicine della conchiglia. Questa sezione comprende tre gruppi, gli *Arieti* (fig. 100), ornati da coste semplici, dritte e prominenti, i *Falciferi* (fig. 101), in cui le coste s'inflettono all'avanti e talvolta fanno un gomito nel mezzo della loro lunghezza, i *Cristati* (fig. 102) in cui le coste non solo s'inflettono ma più spesso si biforcano e sono irregolari. Ognuno

di questi gruppi ha poi una particolare disposizione nel fogliame disegnato dai diaframmi. Gli *Arieti* sono esclusivi al terreno liasico; i *Falciferi* hanno in questo medesimo terreno il loro massimo sviluppo ma pur toccano anche i piani superiori del Giura e si collegano per mezzo di forme intermedie al terzo gruppo che ha fiorito nei mari della Creta. La seconda sezione comprende gli Ammoniti a chiglia dentata

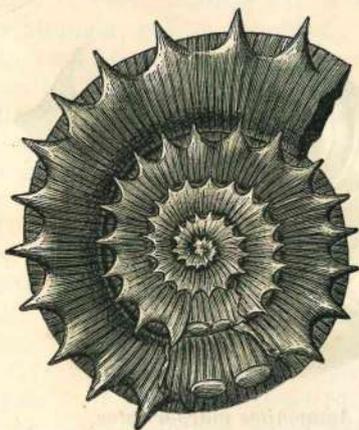
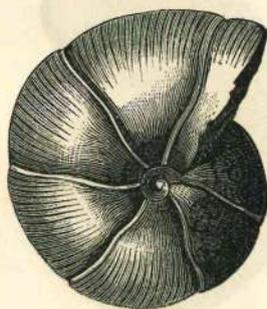
Ammonites inflatus
Fig. 102.

Ammonites cordatus
Fig. 103.

o tubercolosa che si ponno suddividere in due gruppi, gli *Amalthei* (fig. 103) che hanno appunto le chiglia a denti e i *Rhotomagenses* che non posseggono chiglia propriamente detta, ma hanno lungo la linea sifonale una serie di tubercoli più o meno gonfi ed isolati: i primi nacquero nei mari liasici e scomparvero col chiudersi dell'epoca Giurese, i secondi sono fossili eminentemente cretacei. — La terza sezione comprende gli Ammoniti che non hanno chiglia, sono compressi ed hanno il dorso tagliente. Un sol gruppo figura in questa sezione ed è quello dei *Clypeiformi* (fig. 104) il quale però potrebbe suddividersi in due gruppi secondari, comprendendo il primo le forme che han vissuto nell'epoca giurese e il secondo le forme proprie dell'epoca cretacea, e notisi che le prime sono affini, nel disegno dei diaframma, al gruppo più an-

Ammon. Requieanus.
Fig. 104.

Ammonites denarius.
Fig. 105.

Ammonites Jason.
Fig. 106.

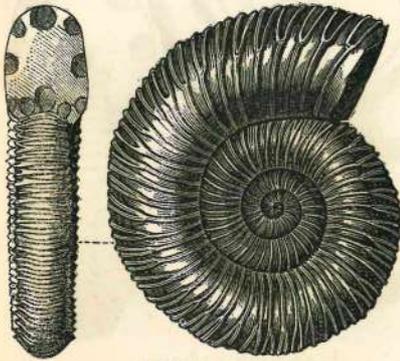
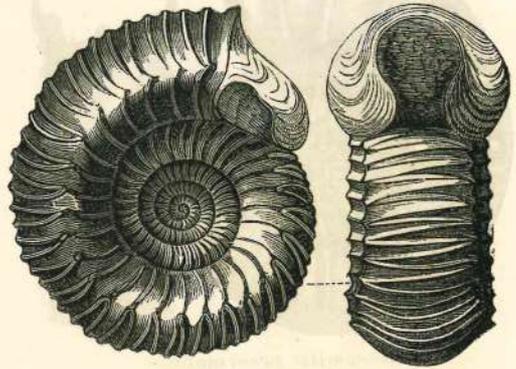
tico dei *Falciferi.* — La quarta sezione consta di quegli Ammoniti i quali al posto della chiglia prominente hanno un solco che percorre come quella la linea sifonale lungo il dorso della conchiglia. Questi Ammoniti che poi si suddividono nei gruppi dei *Dentati* (fig. 105), degli *Ornati* (fig. 106) e dei *Gemmati* sono generalmente cosparsi di tubercoli, sia lungo la linea sifonale depressa, sia intorno all' ombilico

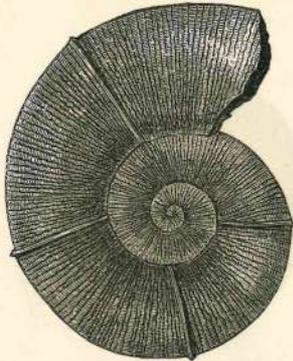
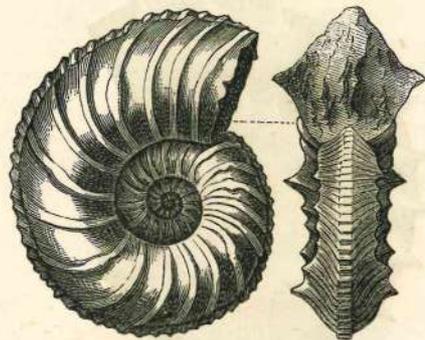
della conchiglia. I primi due gruppi trovansi nei terreni giuresi e cretacei, il terzo, quello dei *Gemmati*, è esclusivo dell'epoca triasica, ma si noti che il disegno dei diaframmi presenta in questi ultimi si essenziali differenze con quello degli altri due gruppi che sarebbe forse più ragionevole lo staccarneli affatto. — La quinta sezione è quella degli Ammoniti il cui dorso è appiattito, perpendicolare al piano mediano

Ammonites perarmatus.
Fig. 107.

Ammonites radiatus.
Fig. 108.

e separato dai fianchi con un angolo retto od ottuso. La varia disposizione del fogliame e quella dei tubercoli generalmente assai prominenti e numerosi valgono a suddividero questa sezione nei gruppi degli *Armati* (fig. 107), propri ai terreni giuresi medio e superiore, dei *Flexuosi* (fig. 108), degli *Angulicostati* propri specialmente i primi dei terreni cretacei. — Finalmente la sesta e ultima sezione che è la più numerosa comprende gli Ammoniti a dorso rottondeggiante. Questi Ammoniti che si collegano assai strettamente per mezzo d'alcune forme intermedie a quelle

Ammonites armatus.
Fig. 109.

Ammonites Guettardi.
Fig. 110.

della sezione precedente si suddividono in moltissimi gruppi. Notiamo fra questi i *Capricorni* (fig. 109), sparsi di tubercoli lungo la regione sifonale, gli *Heterophylli* (fig. 110) dalla conchiglia liscia od ornata appena di coste assai fini e dal fogliame affatto anormale, sviluppatissimi nei terreni liasici e giuresi, i *Planulati* (fig. 111) che hanno la conchiglia percorsa da coste forcute; comparvero coll'epoca liasica e raggiunsero il massimo del loro sviluppo nell'ultima metà dell'epoca giurese; i *Co-*

ronarii (fig. 112) che non differiscono dai precedenti che per un tubercolo collocato al punto di biforcazione d'ogni costa, i *Fimbriati* (fig. 113), dalla conchiglia discoidale a giri non involgentisi e che porta le tracce delle bocche temporarie che servirono successivamente all'animale durante la continua costruzione del guscio, finalmente i *Globosi*, dalla conchiglia assai ravvolta, globolosa, liscia o debolmente striata, esclusivi dell'epoca triasica. — Tutti queste divisioni e soddivisioni non devono esser considerate che come il risultato assai spesso convenzionale dei ten-

Ammonites biplex.
Fig. 111.

Ammonites humphresianus
Fig. 112.

tativi di ordinamento nella gran massa degli ammoniti. Ogni classificazione per esser vera dovrebbe riprodurre esattamente i rapporti genealogici esistenti fra le varie forme di un dato tipo, ma questo risultato che è ancora allo stato di desiderio anche nel caso degli organismi viventi, sarebbe follia il volerlo raggiungere nella classificazione delle specie fossili. Che vi sia fra tutti quegli Ammoniti un vincolo di parentela è indubitato, che esistano dei passaggi fra una forma e l'altra, che sia

Ammonites Subfimbriatus.
Fig. 113.

Ammonites margaritatus.
Fig. 114.

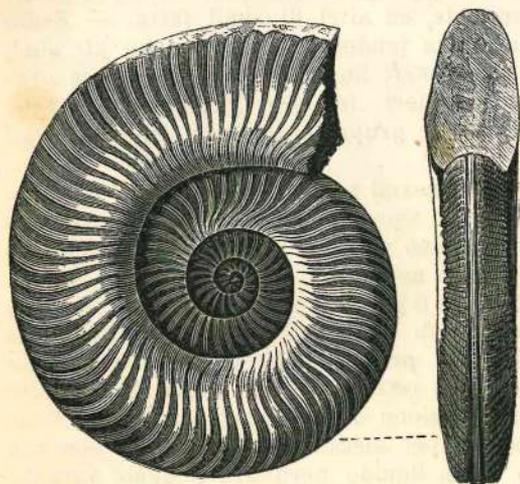
possibile di disegnare i limiti di alcune famiglie improntate di caratteri comuni e troppo persistenti per non essere essenziali sembra irrefutabile, ma quando si voglia scendere da queste idee generali al dettaglio delle analisi delle forme, definire i limiti della specie e delle varietà, e stabilire il valore assoluto dei diversi caratteri è allora che il paleontologo cammina sull'orlo di un precipizio in cui può ad ogni istante cadere se non raffrena l'imaginazione e pone ben guardingo il piede. — Pertanto come non dobbiam dare troppa importanza a quella ormai antica divisione

in gruppi che abbiamo tracciato, così crediamo non si possa ancora accettare ciecamente il lavoro iniziato in questi ultimi tempi dai paleontologi tedeschi, secondo i quali il genere degli Ammoniti dovrebb'essere radicalmente rimaneggiato in modo che perderebbe l'antica unità e si spezzerebbe in generi diversi. È però assai probabile che le nuove idee guadagnino ben presto il campo, poichè poggiano non già sull'esame dei caratteri esterni e di puro ornamento, bensì su quelli che devono veramente dipendere da qualche profonda differenza nell'organismo animale, come la forma e le appendici della bocca della conchiglia, gli attacchi muscolari, la grandezza della camera in cui soggiornava l'animale, ed altri di simil fatta. — Senza entrare in più ampi dettagli accenniamo la nuova tendenza a cui piegano gli studj relativi agli Ammoniti e nominiamo tre dei generi nuovi il cui nome corre oramai comune in molti libri di geologia, sono i generi *Arcestes*, *Phylloceras* e *Lythoceras* proposti dal Suess e corrispondenti ai tre gruppi antichi dei *Globosi*, degli *Heterophylli* e dei *Fimbriati*.

Ma nei mari giuresi accanto a queste innumerevoli schiere di cefalopodi a quattro branchie era già rappresentato anche l'altro tipo dei cefalopodi a due branchie destinato, come già dicemmo, a surrogare il primo e in cui vanno compresi, meno una isolata eccezione, tutti i cefalopodi viventi nei nostri mari. — Questi molluschi generalmente non hanno una conchiglia che li involga, ma nell'interno del loro corpo posseggono un ossicino corneo o calcare di cui descriveremo più avanti la forma, hanno due branchie, otto o dieci braccia provviste di ventose, e nuotano assai rapidamente imprimendo al corpo un moto retrogrado per mezzo di un getto d'acqua che espellono da un canale in comunicazione cogli organi respiratorj. Sono carnivori, voracissimi, e si difendono da nemici per mezzo di un apparato speciale che consta di un sacco membranoso pieno di un liquido nerastro, il quale versato dall'animale al momento del pericolo, intorbida l' acqua circostante e lo cela allo sguardo del persecutore. — È evidente che di questi molluschi non si sarà conservato allo stato di fossilizzazione, almeno nella massima parte dei casi che l'ossicino interno, ed è con questo misero avanzo che si dovette sulle prime ricostrurre mentalmente tutta la forma perduta. La cosa riuscì men difficile di quanto si potrebbe credere poichè si ebbe il soccorso della analogia colle moltissime specie ora viventi ed anzi la restaurazione del cefalopodo dibranchiato fossile fu uno dei trionfi della paleontologia, poichè essendosi, or non è molto, scoperta l'impronta di tutte le parti, anche molli, dell'animale, si trovò che la forma reale corrispondeva rigorosamente alla forma intuita dalla scienza. — I cefalopodi dibranchiati dell'epoca secondaria appartengono alla famiglia delle Belemnitidi ora completamente estinta. La loro conchiglia interna consta di tre parti che sono il rostro o guaina, l'alveolo e l'ossicino corneo. Il rostro è un conetto calcare, compatto che termina in punta aguzza, e che contiene nel suo interno una cavità tappezzata da uno strato corneo e divisa da diaframmi orizzontali in tante camere aeree. I diaframmi sono forati e tutto l'alveolo percorso da un sifone come nella conchiglia del Nautilo e dell' Ammonite. Lo strato corneo dell' alveolo si innalza ed esce dalla guaina prendendo quasi la forma di un cornetto di carta costituendo in tal modo la porzione terminale della conchiglia. — L'animale avea un corpo allungato come quello dei viventi Calamari; il capo circondato da otto braccia provviste di uncini e di ventose e di due lunghissimi tentacoli, e un sacco ripieno di un liquido nerastro. Era un cefalopodo che potea raggiungere enormi dimensioni, e che guizzava predando, nelle acque ed avvinghiando pesci e molluschi fra le sue terribili braccia.

Or che abbiamo passato in rivista i tipi principali componenti il grosso della popolazione marina, cerchiamo di segnare ne' suoi contorni più salienti il quadro della vita nelle varie epoche in cui dividesi sul suolo d'Italia l'era del Giura.

Come vedemmo nelle descrizioni dei varj terreni, i calcari del lias inferiore non si svolgono potentemente o almeno non sono caratterizzati dalla presenza dei fossili che nella parte occidentale di Lombardia. La sponda del lago di Como, la vetta del Generoso, e i monti di Saltrio sono i tre punti principali dove si raccolgono gli avanzi degli abitatori dei mari liasici. E notisi che queste località assai vicine

l'una all'altre entrano a formar parte di quel grande complesso di calcari che si protende a nord e che indica in questa parte di Lombardia la presenza di un golfo il quale si insinuava fra le terre già esistenti, dove i sedimenti si deponevano in gran copia e dove ferveva la vita. Ognuna di quelle tre località è distinta da qualche carattere affatto speciale della fauna che vi ha vissuto. Nei calcari affumicati del lago di Como vi è assoluto predominio degli Ammoniti. Appartengono per la massima parte al gruppo degli Arieti e raggiungono enormi dimen-

Ammonites boscensis.
Fig. 115.

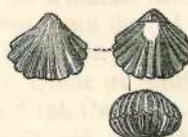



Fig. 116.

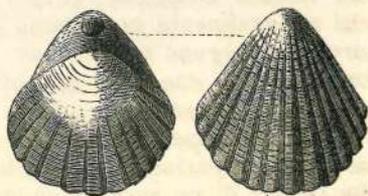



Fig. 117.

sioni. Uno dei più comuni è l'*Ammonites bisulcatus*, Brug. (fig. 100), uno dei fossili i più caratteristici del lias inferiore in tutta Europa. Gli andavano compagne molte altre specie, quali l' *Amm. stellaris*, d'Orb, l' *Amm. Conybeari,* Sow, l'*Amm. obtusus*, d'Orb., ecc., tutte forme frequentissime anche nei terreni d'oltr'alpe; era infine un ricca colonia di cefalopodi che regnava assolutamente signora in quella regione del golfo liasico. Ma poco distante in un punto dove probabilmente era maggiore la profondità del mare, viveva invece, segregata da qualsiasi altro tipo animale, un gruppo assai numeroso di brachiopodi. Erano Rinconelle e

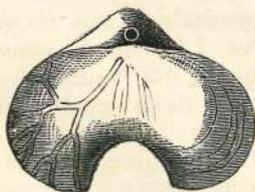



Fig. 118.

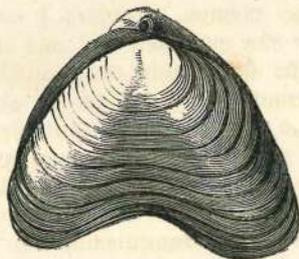



Fig. 119.

Spiriferi che prosperavano sui fanghi calcari che or costituiscono le punte estreme del monte Generoso. Finalmente ancora più ad ovest havvi l'abbondante giacimento fossilifero di Saltrio, dove si mescolano insieme forme svariate senza l'assoluto predominio di una di esse. V'erano assai frequenti gli Ammoniti, e a quelli che appartengono al gruppo degli Arieti, qui si uniscono alcuni del gruppo dei Fimbriati; ma forse più numerosi ancora degli Ammoniti vogavano in quell'acque i Nautili, di cui si contano molte specie che sembrano affini a quelle del lias d'Inghilterra

Ma il tratto veramente distintivo di questa fauna di Saltrio è la singolare abbondanza di gasteropodi. Appartengono quasi tutti ai due generi *Trochus* e *Pleurotomaria*, dei quali il primo apparve nell'epoca devoniana ed è ancor vivente con più di 200 specie; il secondo che si distingue per una fessura che intacca il labbro delle conchiglie, carattere per cui va riposto nelle famiglie delle *Holiotidæ*, or non conserva che due specie viventi nei mari delle Indie occidentali: è però un genere antichissimo essendo apparso nei mari Siluriani. Una specie assai caratteristica del nostro terreno liasico è la *Pleurotomaria anglica*, frequente in Inghilterra. Fra i pochi lamellibranchi è interessantissima la *Gryphæa arcuata*. Lmk uno di quei fossili che, come l'*Avicula contorta*, per la costanza della loro presenza in un dato terreno servono di criterio certissimo per la determinazione di uno strato. Le *Grypheæ*, sono molluschi i quali sono estremamente affini alle Ostriche da cui anzi non si distinguono che per aver l'uncino della valva maggiore rivolto quasi a spirale, verso l'interno della conchiglia e per la forma più regolare di tutto il guscio, il che proverebbe che questi molluschi non si attaccavano che debolmente agli oggetti esterni, oppure fors'anche giacevano liberamente nel fango. In questa popolosa colonia non erano assenti i brachiopodi, i quali anzi nelle contigue località di Arzo si sviluppavano in modo tale che or dei loro avanzi si compongono intieri banchi di un marmo rosso che vi si cava ed è assai pregiato come materiale da costruzione. Qui predomina il tipo delle Terebratule che caccia indietro gli Spiriferi e le Rinconelle le quali avrebbero potuto immigrare dalle lor sedi così vicine. — Del resto come dicemmo altrove, questa fauna assai ricca di Saltrio meriterebbe uno studio speciale, e solo, quando sarà compiuto, si potrà stabilire un rigoroso confronto colle faune transalpine e segnare con esattezza nella serie cronologica il momento indicato dalla sua comparsa. — Uno studio siffatto venne appunto eseguito dal Cocchi e dal Capellini in quell'altra località italiana dove rivelasi fossilifero il lias inferiore ed è il Golfo della Spezia. Qui abbondano straordinariamente gli Ammoniti con miscela dei due gruppi degli Arieti e dei Fimbriati. Ma son tutte forme caratteristiche del terreno in discorso quali l'*Amm. bisulcatus*, Brug, l'*Amm. comptus*, Sow, l'*Amm. fimbriatus*, Sow, l'*Amm. Conybeari*, Sow, l'*Amm. mimatensis*, d'Orb, l'*Amm. coregnensis*, Sow, ecc.

La fauna del lias medio non è, nei terreni italiani, così precisamente definita come quella delle altre regioni dell'epoca liasica. Nell'Italia settentrionale sembra che i calcari rossi del lias superiore si sovrappongono direttamente ai calcari contenenti l'*Ammonites bisulcatus* e la *Grypheæ arcuata*, senza traccie di forme intermedie che collegano i fossili dei due piani estremi. Farebbero però eccezione i dintorni di Brescia dove in uno strato speciale distinto col nome locale di Medolo giace un gruppo di Ammoniti che accennano appunto alla presenza della fauna caratteristica del lias medio. Notiamo fra le specie più importanti l'*Ammonites margaritatus* Sow (fig. 114). Nell'Italia centrale abbiamo indizi di queste medesime faune in certi calcari rossi della catena Apuana e delle sue propagini a Campiglia, a Gerfalco, dove però alle specie del lias medio si uniscono molte e fra le più caratteristiche del lias inferiore; a Cetona ed anche lungo il golfo della Spezia, ma specialmente nell'Apennino del' Umbria e delle Marche, donde lo Zittel ha raccolto una messe assai copiosa di fossili. Se non che alle forme veramente caratteristiche del lias medio vanno compagne tante altre forme che hanno fiorito nell'epoca successiva, che riesce assai difficile il decidere se furono i tipi più vecchi che in queste acque perdurarono e convissero coi tipi più giovani, i quali negli altri mari già li aveano scacciati, oppure se furono questi ultimi che qui precorsero al loro trionfo definitivo. — È una fauna, questa dell'Apennino centrale, che si compone pressochè intieramente di Ammoniti e di Brachiopodi. Fra i primi, due forme che assolutamente distinguono i terreni del lias medio sono l'*Amm. Algovianus*, Opp., e l'*Amm. Davoei*, Sow. Ma la specie più frequente di tutte è l'*Amm. boscensis*, Reynes (fig. 115) un Ammonite del gruppo dei Falciferi che si avvicina estremamente, ad alcune forme fiorenti nell'epoca successiva. Una specie esclusiva all'Apennino è l'*Amm. Vernosæ* Zitt., che appartiene alla sezione dal dorso

rotondeggiante ed ha molta analogia coll'*Amm. Jamesoni*, Sow, caratteristico appunto del lias medio. — I brachiopodi trovansi in copia grandissima in questa fauna apenninica: appartengono ai tre generi *Terebratula*, *Rynchonella* e *Spiriferina*, e contano molte specie esclusive a queste località e che furono per la prima volta descritte dallo Zittel. Alcune forme quali la *Rynchonella subdecussata*, Munst. (fig. 116) e la *Spiriferina rostrata*, Sow, sono comuni al lias medio d'oltr' Alpe e offrono quindi un buon criterio per la determinazione del terreno italiano, ma la loro testimonianza è per verità assai scossa dalla presenza di tre Terebratule che in Lombardia caratterizzano costantemente i calcari del lias superiore. Son queste le *Terebratula Renieri*, Cat. (fig. 117) di cui abbiam parlato ampiamente nella descrizione degli strati giuresi, la *Terebratula Aspasia*, Mmgh. (fig. 118) che ha molta analogia colle varietà aperte della assai più giovane *Terebratula dyphia*. È una conchiglia corta, assai larga, i cui lati si espandono a foggie d'ali. Il becco della valva maggiore è assai ripiegato sovra la valva minore. Quest' ultima è percorsa nel suo mezzo da un solco assai ampio e profondo a cui corrisponde sulla valva opposta un rialzo rotondeggiante. È una

Fig. 120.

Fig. 121.

forma assai bizzarra che prelude come dicemmo alla comparsa delle Terebratule titoniche; finalmente la *Terebratula bilobata*, Stopp. (fig. 119), una conchiglia di considerevoli dimensioni fra le sue congeneri, tutta percorsa da coste di accrescimento e provveduta anch'essa di un solco e d'un rialzo.

Se il piano del lias medio offre una fauna di pubbia determinazione e in tutti i modi localizzata in poche regioni, il piano del lias superiore porta invece il carattere di una fauna ricchissima e siffattamente improntata da tratti salienti e marcati che la sua presenza riesce un criterio certissimo per segnare un orizzonte ben delimitato in tutta Italia. Questa formazione corre, come sappiamo, da un capo all' altro di Lombardia, riboccante di petrefatti specialmente in Brianza e nei dintorni di Varese, tocca il golfo della Spezia, e la Toscana rivelandoci i suoi fossili a Cetona ed a Corfino, e percorre tutto l' Apennino centrale, la cui fauna ci mostra la più perfetta identità con quella di Lombardia. In quest' epoca del lias superiore la tribù degli Ammoniti ha ormai raggiunto quell'altissimo grado di sviluppo che non andrà più perdendo per tutta l'epoca giurese, e son così numerose le spoglie che ha lasciato sul fondo di quei mari che lo strato in cui son sepolte è appunto conosciuto sotto il nome di calcare rosso-ammonitico. — Il tipo degli Arieti che dominava nei mari del lias inferiore e medio, ha perduta la sua signoria e al suo posto subentra il tipo de' Falciferi a cui appartengono per la massima parte gli

Ammoniti di quest'epoca più recente. Alcune forme sono diffuse in tutta Europa e con una persistenza veramente straordinaria, ma ponno però scindersi in moltissime varietà che accennano appunto ai passaggi da una forma all'altra, e che dal paleontologo non completamente addestrato a seguire i molteplici gradini della modificazione del tipo, ponno facilmente essere considerate come altrettante specie distinte. Il Meneghini sta ora pubblicando di questa fauna una monografia che riuscirà un modello in questo genere di studi e sarà la base sicura su cui potranno posare le analisi e le ricerche. — Una fra le specie le più diffuse non solo in Italia ma anche in Francia, in Inghilterra ed in Germania è l'*Ammonites bifrons*, Brug. (fig. 120), una specie che comprende una serie grandissima di varietà ai due estremi della quale stà da un lato una forma a coste molto numerose, a gomito assai risentito, sottili, e poco prominenti, che si avvicina estremamente all'*Ammonites*

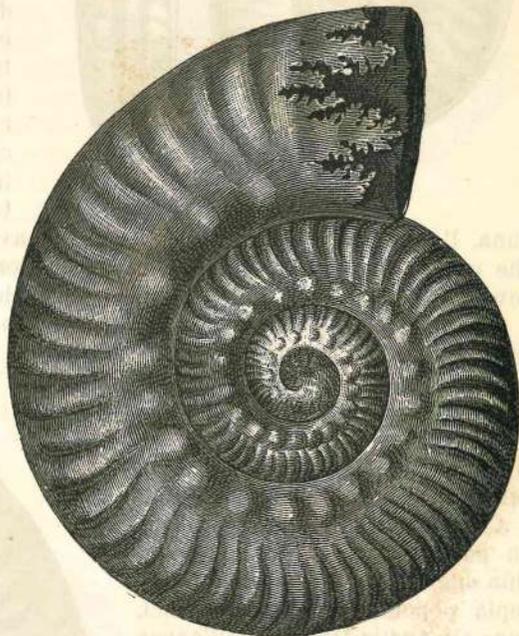



Fig. 122. Fig. 123.

serpentinus, e ai più schietti falciferi; dall'altro lato una forma a coste poco numerose, ma robuste e prominenti, a gomito leggiermente inflesso che rammenta il tipo degli Arieti. Parrebbe infine che questa specie sia l'anello che congiunge quei due gruppi d'Ammoniti di cui l'uno si sarebbe svolto dall'altro. La figura che riproduciamo rappresenta un individuo appartenente alla seconda varietà e proveniente dal Pian d'Erba. Comunissimo dovunque è l'*Ammonites serpentinus* che abbiam già figurato come tipo del gruppo dei Falciferi, invece l'*Amm. falcifer*, Sow, (fig. 121) almeno sotto la sua forma più pronunziata, che è quella appunto che riproduciamo, sembra sia limitato in Italia all'Apennino centrale. In Lombardia quell'Ammonite si modifica talvolta siffattamente da lasciar dubbio il suo valore specifico. L'*Ammonites complanatus* Brug. (fig. 122) è una forma che diede origine a dispute infinite appunto per la sua variabilità, ma la specie più importante per questo rapporto è l'*Ammonites comensis*, Buch (fig. 123). È un fossile comunissimo ed estremamente caratteristico, ma son tante le variazioni che subisce la forma tipo che senza disporre di numerosi esemplari coi quali sia possibile di seguire passo a passo il modificarsi dei tratti più salienti, è difficilissimo di ricreare mentalmente l'unità della specie. Sotto la figura che qui riproduciamo è una conchiglia discoidale, a fianchi appiattiti, a coste poco flessuose di cui alcune semplici, altre riu-

nite a due o tre intorno all'ombilico in un tubercolo rotondo, più o meno saliente e a diaframmi riccamente frastagliati. — La linea e la duplicazione delle coste, l'esistenza dei tubercoli, la spira più o meno involta e più o meno compressa, son tutti caratteri altamente variabili e che modificano profondamente l'aspetto dei diversi individui. — Citiamo ancora fra le forme le più interessanti l'*Ammonites Mercati*, Hauer (fig. 124), una specie che rammenta più d'ogni altra il tipo degli Arieti per la semplicità delle coste e la profondità dei solchi costeggianti la chiglia, l'*Ammonites radians*, Rein, una specie a chiglia sottile, a coste prominenti, robuste doppiamente inflesse, a spira assai ravvolta, a forma piatta, discoidale, e a largo ombilico (fig. 125); è uno degli ammoniti i più comuni in tutta Europa, ed in Italia lo ritroviamo in tutte le località dove rivelasi il terreno del lias superiore, presentando anch'esso molte varietà, e producendo un intricatissimo labirinto di sinonimie. Citiamo ancora due altre specie interessanti l'una, l'*Ammonites Algovianus*, Opp., per aver sopravvissuto all'epoca del lias medio che pur fu il momento del suo massimo fiore, e l'altra, l'*Ammonites heterophillum*, Sow, per essere una delle forme le più tipiche del terreno in discorso.

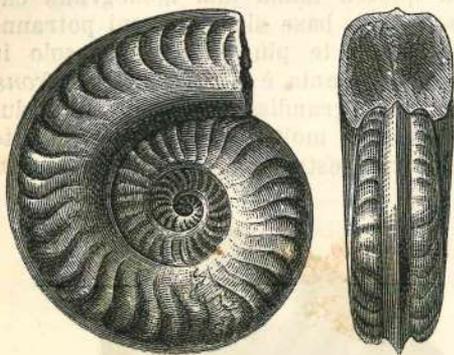



Fig. 124.

Insieme agli Ammoniti vaganti alla superficie dell'onde o striscianti sul suolo a turbe fittissime, guizzavano numerose Belemniti di cui raccogliamo i rostri dell'ossicino interno, unico avanzo che ci sia rimasto del loro corpo. Tuttavia per quanto questi cefalopodi nudi e a due branchie già tenessero un posto assai alto nella gerarchia degli animali che in maggior copia popolavano i mari liasici, pure almeno in Italia, è nell'epoca successiva che tennero veramente il campo rivaleggiando cogli Ammoniti. Questi ultimi, al punto in cui ora siam giunti, avevano il predominio sugli altri cefalopodi non solo, ma anche su tutti gli altri tipi animali. Di gasteropodi non havvi che qualche debolissima traccia, e qualche *Trochus*, qualche *Pleurotomaria*, miseri discendenti delle famiglie che avevano fiorito nei mari del lias inferiore: valga lo stesso pei Lamellibranchi, che appena fanno atto di presenza in queste capitali del mondo de' cefalopodi. Più frequenti vi sono i brachiopodi, e specialmente il tipo della Terebratula che persiste e non si lascia opprimere da quei potenti compagni. Assai comune è la *Terebratula Rotzoana*, Schaur, ma più caratteristica ancora è quella grande e bella specie che è la *Terebratula erbœnsis*, Suess (fig. 126). La fauna dell'Apennino centrale pare non

Fig. 125.

conti che queste due specie, ma nell'Italia superiore si uniscono a loro anche quelle altre tre specie, la *T. Renieri*, la *T. Aspasia*, e la *T. bilobata* a cui già accennammo parlando della fauna apenninica dell'epoca precedente, e che pertanto se la determinazione di quel terreno è esatta, avrebbe immigrato sull'area lombarda da una regione più meridionale dove erano comparse per la prima volta.

Fino a questo piano del lias superiore i terreni italiani mantengono una perfetta concordanza con quelli d'oltr' alpe, la quale però cessa quando si entri nel campo de' terreni giuresi propriamente detti. Notiamo intanto che questi terreni almeno nella parte più bassa non presentano in Italia nè quella potenza di rocce nè quella ricchezze di fossili per cui vanno distinti nell'Europa centrale e in Inghilterra. — In Lombardia, p. es. passiamo dal rosso ammonitico agli strati cretacei, coll'intermezzo di una zona esigua sterile quasi intieramente di avanzi organici. Nelle altre regioni italiane l'epoca giurese ha certo lasciato più abbondanti e manifeste le sue tracce, ma pure è sempre impossibile il distinguere quella serie lunghissima di piani caratterizzati ognuno da una fauna speciale, che venne dai geologi stranieri rovistata e descritta al più minuto dettaglio. Dobbiam dunque dire che mentre vastissime regioni d'Europa giacevano coperte da quei mari in cui deponevansi i sedimenti che or s' estollono nella catena del Giura e formano il suolo di tanta parte di Svizzera, di Francia, e d'Inghilterra, già si disegnasse in parte e a lembi staccati, apparendo a fior d'acqua, il profilo d'Italia; se non che questa larva di continente in formazione sprofondossi di nuovo e le si accumularono addosso i sedimenti cretacei ed eocenici. — Tutto quel gruppo grandioso di strati di cui consta il piano della oolite inferiore non sarebbe in Italia rappresentato che da un lembo sottilissimo di calcari nell'Apennino centrale e nelle Alpi venete; però in quest'ultime località si sovrappongono a quel lembo alcuni altri strati più potenti e che, come vedemmo, vanno aggiunti strategraficamente a quel primo terreno. Per buona sorte questo complesso di calcari è assai fossilifero. Il lembo inferiore contiene una ricca colonia di Ammoniti, di tipo assai vario e di forme nuove; se non che la presenza di una specie frequentissima in Inghilterra nell'oolite inferiore e che è l'*Ammonites Murchisonæ*, Sow, toglie ogni dubbio circa la determinazione del terreno in discorso. È una specie di Falcifero che è diffusa anche ne' terreni giuresi della Svizzera e che passando negli stretti alpini dove si insinuavano le acque dei mari settentrionali, pervenne nei golfi italiani e vi prosperava. Ma insieme ad essa qui viveva una fitta schiera di altre bellissime forme di cui dobbiamo la rivelazione agli studi compiuti dal Benecke nelle alpi del Veneto. Notiamo l'*Ammonites scissus* (fig. 127), che apparterrebbe al gruppo dei Dentati, ma che si distingue dalle specie

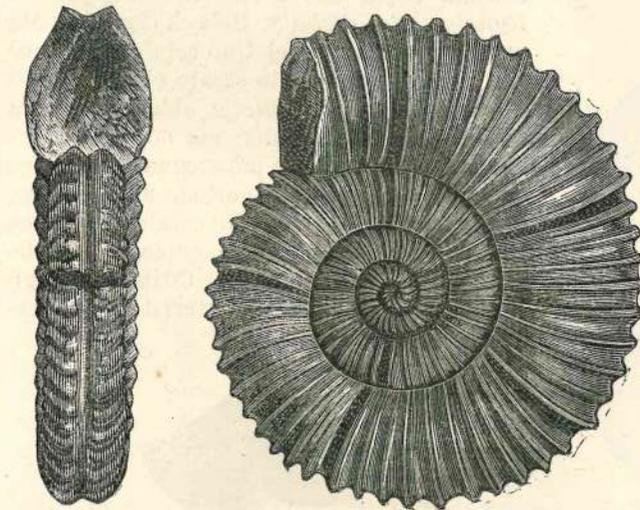



Fig. 126.

Fig. 127.

affini, da alcune per le mancanze di tubercoli, da altre per non aver le coste biforcate. Interessantissimo è l'*Ammonites fallax* (fig. 128), che appartiene al gruppo de' Coronari, e la cui conchiglia nella età giovanile presenta per l'involgimento della spira, la gonfiezza dei giri, la profondità dell'ombilico, l'esistenza di un grosso tubercolo al punto di biforcazione delle coste, differenze così sostanziali colla forma assunta nell'età adulta, che se non fossero noti tutti gli stadi intermedi si potrebbero classificare come specie distinte. Notiamo infine l'*Ammonites ophioneus* (fig. 129) e l'*Ammonites gonionotus*.

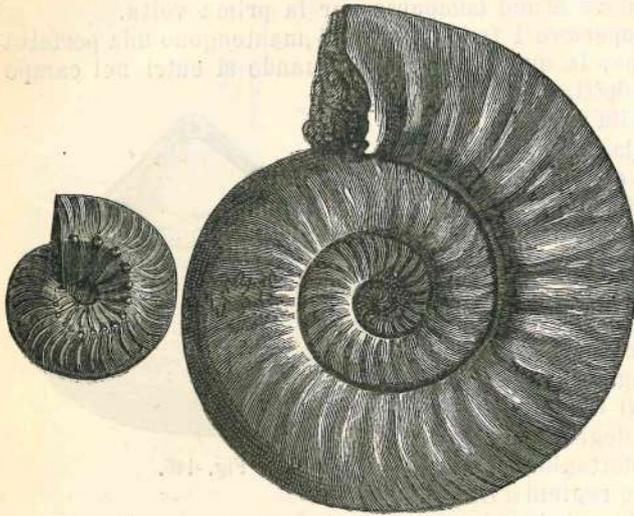



Fig. 128

Quasi tutte queste specie son presenti anche nello strato equivalente dell'Apennino centrale; a loro però si aggiungevano alcuni Eterofilli, e una forma che richiama assai da vicino quell'Ammonite così comune in tutta Europa e così tipico dell'oolite inferiore che è l'*Ammonites Humphresianus*, Sow. — Dicemmo che nella regione Apenninica il piano dell'oolite inferiore è limitato a questo lembo esiguo ma assai ammonitifero; nelle alpi venete invece è coperto primieramente da uno strato calcare che non contiene più cefalopodi, ma alcuni lamellibranchi, alcuni echinodermi, ed in grandissima copia un piccolo brachiopodo la *Rynchonella bilobata*, Beneck (fig. 130). Ma questa scomparsa del tipo cefalopodo durò ben poco, poichè nello strato che ricopre il giacimento a *Rynchonella*, abbiamo ancora uno stuolo d'Ammoniti; ma notisi primieramente che non vive più alcuna delle forme che prosperavano nel periodo antecedente, e in secondo luogo che ai cefalopodi vanno compagni in grandissima copia i lamellibranchi ed i brachiopodi. Citiamo fra gli Ammoniti come più caratteristici per es-

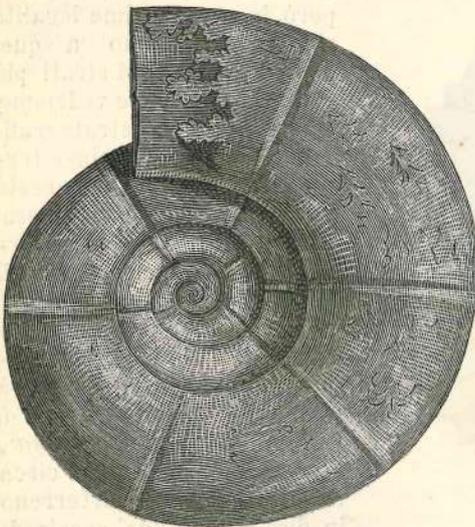



Fig. 129.

Fig. 130.

sere comuni alle regioni d' oltr' alpe l' *Ammonites Kudernatschi*, Hauer, del gruppo degli Eterofilli, l'*Ammonites Martiusi*; d'Orb., del gruppo de' Planulati, e alcune altre forme, quali gli *Amm. Eudesianus*, d'Orb., *subradiatus*, Sow, *Brongniarti*, Sow. — I brachiopodi sono numerosissimi, ma il tipo della *Rynchonella* ha ceduto il campo al tipo rivale della *Terebratula* che conta otto specie di cui due la *Terebratula Gefion*,

Opp., e la *T. curviconcha*, Opp., estremamente comuni. — Finalmente fra i lamellibranchi abbiamo rappresentato un genere che già conoscemmo ne' terreni triasici, il genere *Posydonomia*. Qui si presenta con una specie sola la *P. alpina*, Gras., ma questa in numero veramente strabocchevole e creatrice di strati intieri. Anche i Crinoidi popolavano colle loro selve animate il fondo di questi mari giuresi, specialmente ai due piani corrispondenti ai giacimenti di *Rynchonellæ*, e a quello a *Posydonomia*, ed essendo animali che non ponno sussistere che a profondità così grandi da porre al sicuro dalla agitazione delle onde i loro gracili steli, accennano all'esistenza di mari assai profondi, confermando in tal modo l' identica induzione che si basava sul predominio de' brachiopodi. — Del resto la coincidenza della fauna ammonitica di questi strati veneti e tirolesi con quella che si rivela ne' terreni equivalenti della Svizzera orientale, rende indubitato il fatto che que' mari transalpini comunicavano con questo vasto e profondo golfo che si allargava nelle regioni italiane. — Ma, lo ripetiamo ancora, pare che in quell'epoca già si disegnasse a brani

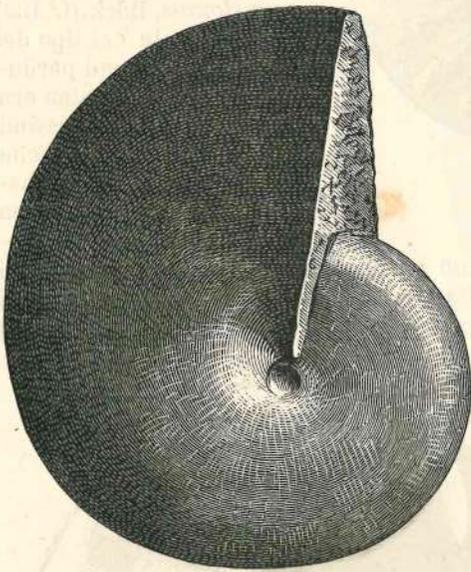
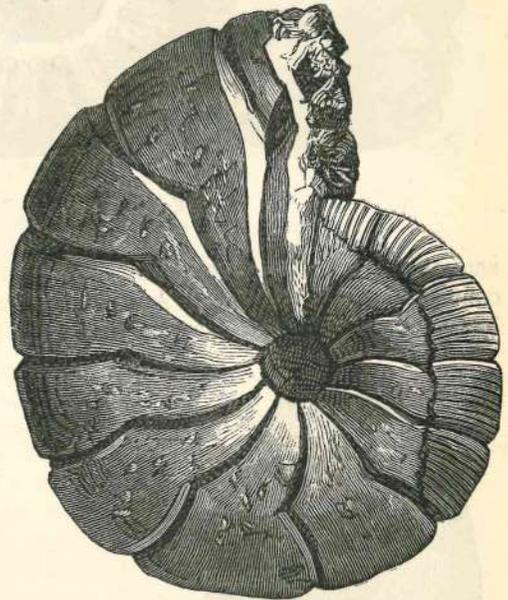



Fig. 131. Fig. 132.

isolati l' emiciclo delle Alpi e la spina dell'Apennino, poichè in tutte queste montagne non rivelasi traccia della fauna che ora abbiamo descritta e che è pertanto localizzata nel gruppo veneto-tirolese. — A questi terreni della oolite inferiore succedono nella serie europea i calcari della oolite media, i quali in tutta Europa constano in gran parte di immani formazioni coralline. Tutta la Svizzera centrale non era che una fittissima rete di isolette madreporiche, e infine l'Europa intiera al nord delle Alpi era in quell'epoca un arcipelago corallino. Si direbbe che il focolare della vita di quegli infimi e nel medesimo tempo potentissimi organismi, che nelle epoche del Trias e dell' Infralias era posto nelle regioni che or si trovan sul versante meridionale della grande catena, nell'epoca del Giura si trasportò sul versante opposto. I sedimenti corallini mancano pertanto in Italia ed anche nel golfo veneto sembra non potessero attecchire le colonie e costrurre i loro mirabili monumenti. Ma pare che quel golfo o rimanesse in comunicazione coi mari settentrionali o ritornasse ad esserlo dopo un breve periodo di ostruzione; e ciò sarebbe provato dalla fauna che vediam succedere a quella dello strato a *Posydonomia*. Consta di una schiera assai numerosa di Ammoniti, di cui alcuni, quali l'*Ammonites rupellensis* d' Orb., l' *Ammonites Achilles*, d' Orb., l' *Amm. Uhlandi*, Opp., trovansi in

Svevia, in Francia ed in Svizzera, e caratterizzano quel piano che chiude l'epoca corallina ed inizia l'epoca successiva, cioè, quella del Giura superiore. Però la fauna Italiana ha alcuni tratti distintivi che le danno un' impronta sua propria. Contiene primieramente alcune specie a lei esclusive, e in secondo luogo fra gli Ammoniti predomina; a differenza di quanto osservasi oltr' alpe, il gruppo degli Eterofilli. Notiamo fra le specie nuove l'*Ammonites isotypus* Bnck. (fig. 131) e l'*Amm. polyolcus*, Bnck. (fig. 132), due Eterofilli, assai frequenti, l'*Amm. eurystomus*, Bnck. (f.ª 133) un Ammonite del tipo dei Perarmati che qui perdurava quando oltr' alpe era già spento. Frequentissimi sono pure i Planulati che precorrevano al loro massimo sviluppo che dovea aver luogo nell'epoca susseguente. — Insieme agli Ammoniti cominciano ad apparire quei corpi problematici conosciuti sotto il nome di Aptichi. Intorno alla determinazione di questi corpi non havvi ancora accordo fra i paleontologi. Alcuni veggono in essi i gusci di Cirripedi

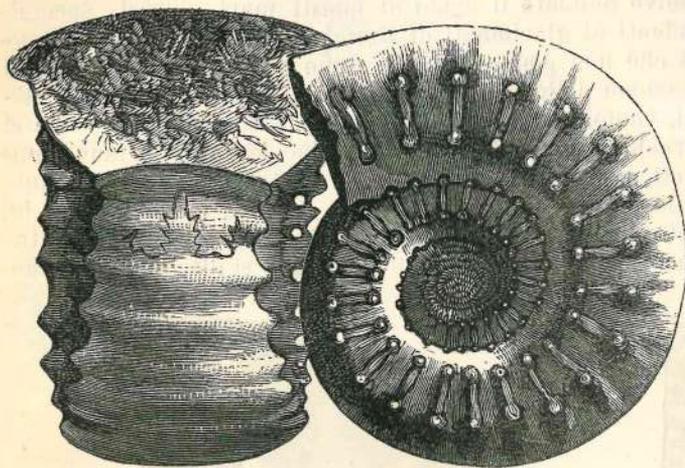
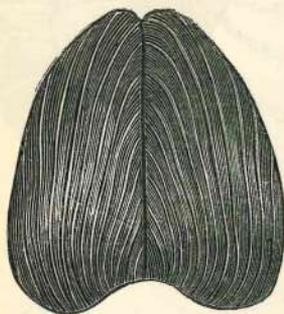



Fig. 133.

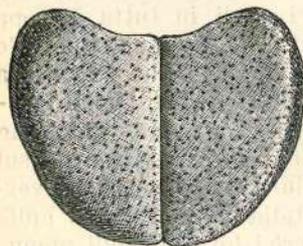



Fig. 134.

Fig. 135.

Fig. 136

affini alle viventi Anatife, altri invece opinano che quei corpi non sono che gli opercoli con cui certe specie di Ammoniti chiudevano la bocca della propria conchiglia. Senza volerci pronunciare su questa divergenza di opinioni, qui ci basti notare

che la maggior parte degli osservatori sembra or propendere alla seconda di queste ipotesi, sebbene non siasi ancor riescito ad abbattere completamente tutte le obbiezioni degli avversari. Comunque sia, questi fossili servono anch'essi allo scopo di determinare l'età di un terreno, e ciò tanto più facilmente in quanto che comparsi sul finire dell'epoca giurese e perdurando ne'primordj dell'epoca cretacea, si aggruppano in forme diverse e assai caratteristiche di ognuna di quest'epoca. Due di queste forme appunto esclusive ai terreni giuresi, l'*Aptycus lamellosus*, Voltz (fig. 134) e l'*Apticus latus*, Must. (fig. 135), trovansi cogli Ammoniti nello strato di cui testè parlammo. Or si noti che questi medesimi Aptichi trovansi in gran copia anche in Lombardia in uno straterello di calcare rosso siliceo che si sovrappone al piano del lias superiore, e nell'Apennino centrale in uno strato sottile anch'esso che ricopre le zone ad *Ammonites Murchisonæ*. Si potrebbe pertanto esser tentati ad unire questi due terreni con quelli del Veneto, ma a ciò si opporrebbe l'assoluta mancanza di Ammoniti. Ci sembra dunque miglior consiglio il seguire l'opinione dello Zittel, il quale fa di questi terreni ad Aptichi lombardi ed apenninici una zona a parte vicinissima ma non perfettamente sincrona con quella del Veneto. — Superiormente alla zona ad Aptichi abbiamo un complesso di calcari non molto potenti ma ricchissimi di fossili e che sotto il nome di piano titonico rappresenta un'epoca intermedia fra il Giura e la Creta. Il grosso della popolazione che animava questi mari è ancora formato dagli Ammoniti, almeno nell'Italia superiore e nell'Apennino.

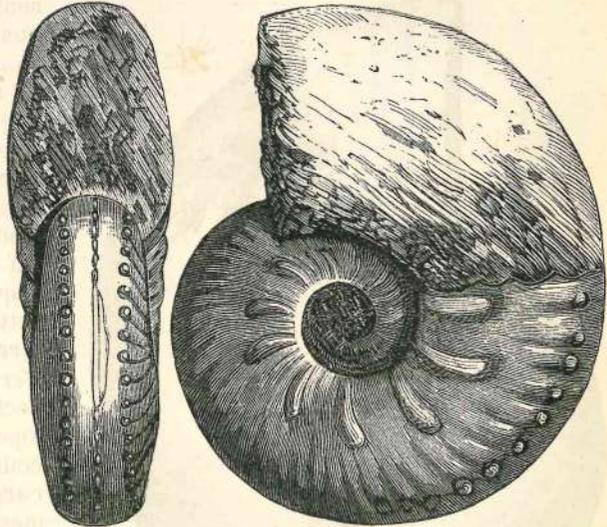



Fig. 137.

Nelle acque del Veneto e del Tirolo quei cefalopodi si addensavano a schiere fittissime e brillanti. Notiamo primieramente due specie assai importanti perchè frequenti anche ne'celebri calcari litografici di Solenhofen in Baviera e quindi preziosi per la determinazione del terreno. Sono l'*Ammonites lithographycus*, Opp., e l'*Ammonites hybonotus*, Opp. (fig. 136), che qui riproduciamo: un grosso cefalopodo irto di spine, a solco sifonale e appartenente al gruppo dei Dentati. Riproduciamo anche l'*Ammonites præcox*, Bnck, (fig. 137) che per alcuni caratteri si avvicina ai Flessuosi dei terreni giuresi, quale sarebbe l'*Amm. flexuose*, Bnck. (fig. 138) presente a Volano e per altri alle specie cretacee. Ma il carattere più spiccato di questa fauna Ammonitica è la prevalenza dei due gruppi degli Eterofilli e dei Planulati. Una specie frequentissima fra i primi è l'*Amm. ptychoicus*, Lucust., comune anche fuori d'Italia; citiamo inoltre l'*Amm. tortisulcatus*, d'Orb., l'*Amm. Zignodianus*, d'Orb., l'*Amm. ptychostoma*, Bnck. (fig. 139): fra i se-

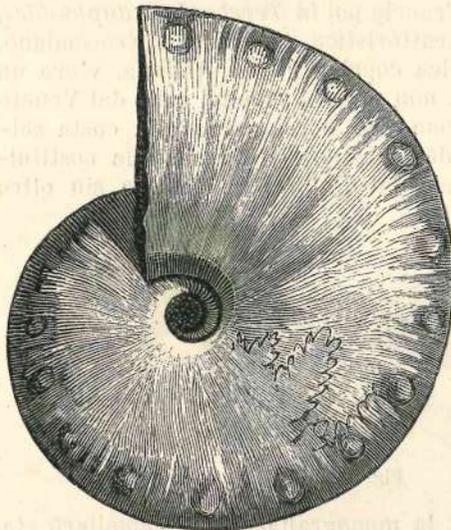



Fig. 138.

condi notiamo specialmente l'*Amm. Achilles*, una forma che accenna a terreni giuresi più profondi di questi, e l'*Amm. exornatus*, Cat. Ma è specialmente nelle regioni apennine, che il gruppo de' Planulati colle sue forme affini or raccolte sotto alla denominazione generica di *Aspidoceras*, si svolse colla massima ricchezza e impronta quella fauna di un carattere affatto speciale. Gli andava anche qui compagno il tipo degli Eterofilli rappresentati da molte specie, di cui alcune, quali gli Ammoniti *ptychoicus*, *ptychostoma*, e *Zignodianus*, comuni anche ai mari del Veneto. E in questi e in quelli già viveva un Ammonite del tipo dei Fimbriati, l'*Amm. quadrisulcatus,* che è una specie che ha vissuto anche nell'epoca della Creta ed è pertanto uno degli anelli di congiunzione fra il mondo organico dei mari giuresi e quello dei mari più giovani. — Ma sotto questo rapporto è più ancora interessante un piccolo brachiopodo, la *Terebratula dyphia* (fig. 140), uno de' pochi animali che dividevano coi cefalopodi l'impero di quei mari. È una conchiglia che si distingue per lo strano carattere di essere forata nel suo mezzo, e alla cui forma già accennavano alcune specie che trovammo nei terreni liasici. — Questo fossile nel Veneto è assai frequente, e passa indubbiamente nei terreni cretacei. Nelle altre regioni viveva se non precisamente la *Terebratula dyphia*, qualche altra specie a lei affine, e sempre ai limiti delle due epoche giuresi e cretacee. In Francia poi la *Terebratula dyphioides*, una forma a lei vicinissima è propriamente caratteristica del terreno Neocomiano.

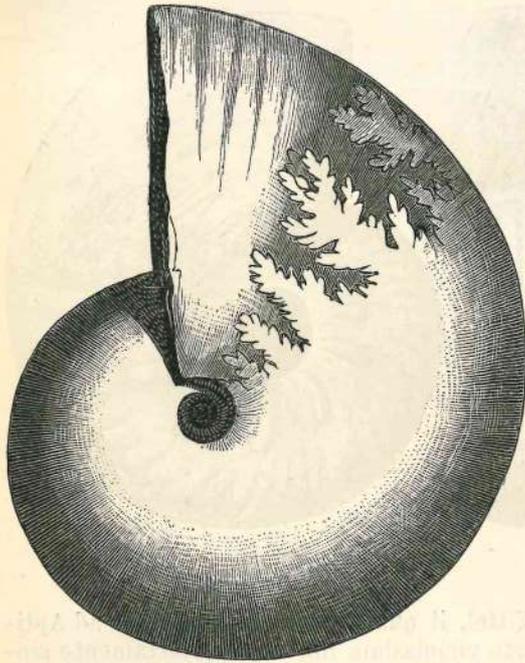



Fig. 139.

Nella distesa di mare che nell'epoca titonica copriva l'area italiana, v'era un altro punto in cui la vita ferveva con intensità non minore che nel golfo del Veneto e nelle acque apenniniche. Era questa la regione che corrisponde alla costa settentrionale della Sicilia, erano i mari dove si deponevano i sedimenti che costituiscono le fondamenta della catena che si distende dai dintorni di Messina sin oltre il M. Pellegrino. — Allorquando sarà compiuta la monografia che il Gemellaro sta pubblicando di quella fauna assai ricca avremo il quadro il più completo che desiderar si possa della vita che abbelliva in quell'epoca il fondo de' mari di Sicilia; quello che or sappiamo basta intanto a farci intravvedere la più perfetta corrispondenza non solo colle faune che popolavano le altre regioni italiane, ma ben anco con quella che caratterizza gli equivalenti terreni d'oltr'alpi. Diciamo anzi

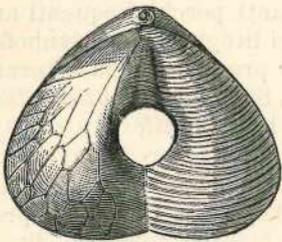
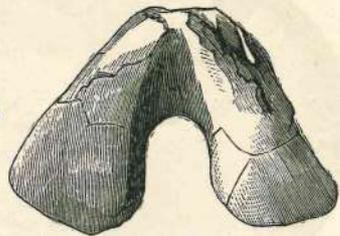
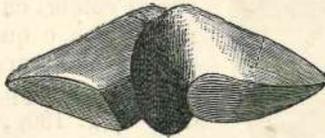



Fig. 140. Fig. 141.

che è maggiore la somiglianza colla seconda che colle prime. Infatti con queste ha comune il mondo de' Cefalopodi: nelle acque di Sicilia guizzavano quei medesimi Ammoniti che trovammo nei calcari prealpini ed Apenninici; sono i medesimi Eterofilli, i medesimi Planulati, i medesimi Fimbriati precursori nei mari titonici delle forme che doveano svilupparsi nei mari cretacei. Se non che noi vedemmo come nelle nostre regioni centrali e settentrionali il tipo del Cefalopodo dominasse in quell'epoca assolutamente sovrano, e tutto al più gli andasse compagno qualche brachiopodo estremamente caratteristico, ma pure isolato dal solito corteggio delle specie affini. Qui invece i brachiopodi si addensano a schiere fittissime e con numerose specie, alcune delle quali, esclusive alla Sicilia, ma molte comuni ad essa ed alla fauna titonica d'oltr'alpe: si ripete infine quel medesimo fenomeno che notammo parlando dell'infralias in cui la fauna siciliana si accorda maggiormente colla fauna tedesca che colla lombarda. — Numerosissime nei calcari di Sicilia sono le Terebratule e v'è presente fra queste la caratteristica *diphya*, a cui va compagna, sebben rarissima, un'altra specie a lei affine che è la *Terebratula janitor*, Pictet. (fig. 141). — Alcune fra le forme le più caratteristiche dei calcari di Stramberg vi si ritrovano in copia più o meno rilevante. Notiamo la *Terebratula moravica*, Flock (fig. 142), comunissima in Sicilia e assai ricca di varietà, la *Terebratula Bilimeki*, Suess, (fig. 143) la *Terebratula pseudobissuffarcinata*, Gemm., (fig. 144) che dai mari d'oltr'alpe in cui viveva a schiere fittissime mandava qualche piccola colonia anche alle acque di Sicilia, la *Terebratula immanis*, Zeusch. (f. 145) mollusco relativamente colossale, ma che però in queste regioni meridionali non raggiungeva le enormi dimensioni del tipo settentrionale. Fra le specie esclusive alla Sicilia notiamo la *Terebratula nebrodensis*, Gemm. (fig. 146) frequentissima, la *Terebratula isomorpha*, Gemm. (fig. 147), la *Terebratula himœrensis*, Gemm. (fig. 148), anch'essa estremamente comune. La *Waldheimia* che è un brachiopodo che si distingue dalla vera *Terebratula* solamente per la maggior lun-

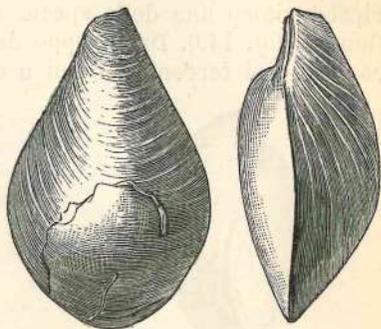
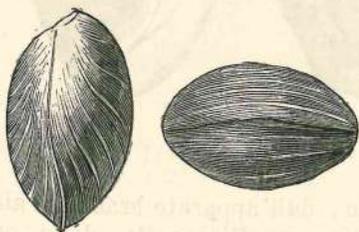
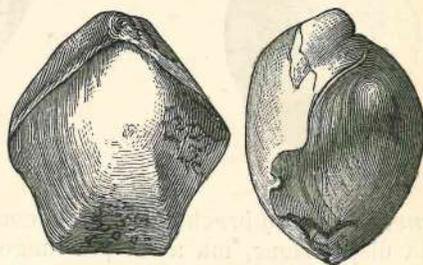
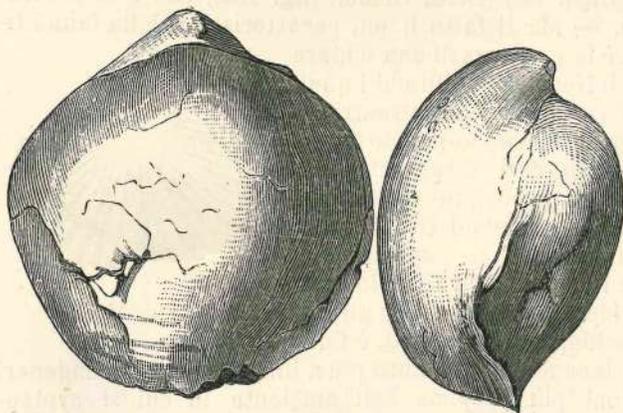



Fig. 142.

Fig. 143.

Fig. 144.

Fig. 145.

ghezza dell'armatura interna destinata a portare le braccia, è rappresentata nei calcari siciliani da cinque specie, di cui tre son comuni agli equivalenti terreni d'oltr 'alpe: e la medesima mescolanza si verifica anche per il genere *Rynchonella*, di cui riproduciamo una delle specie più frequenti in Sicilia, la *Rynchonella isolypus*, Gemm. (fig. 149). Dal gruppo delle Rinconellidi si spiccava un genere che sarebbe esclusivo ai terreni siciliani e al quale il Gemmellaro ha imposto il nome di *Rynchanellina*.

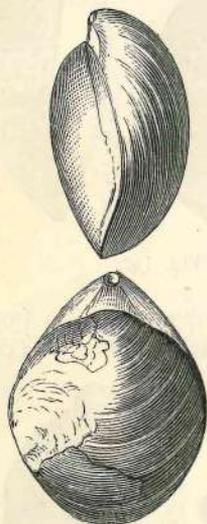
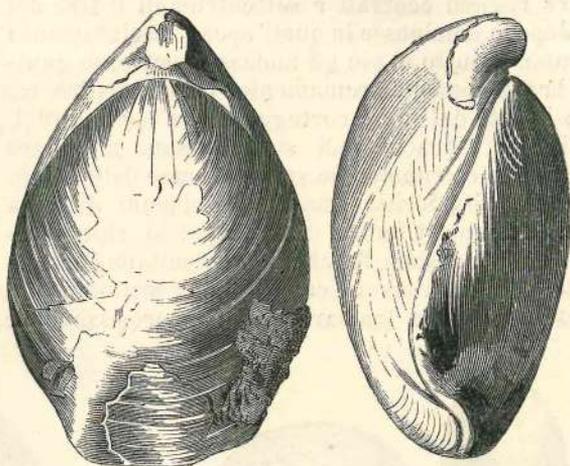



Fig. 146.

Fig. 147.

È un brachiopodo dalla conchiglia fibrosa, dall'apparato brachiale affine nella disposizione, ma assai più lungo di quello delle vere Rinconelle, dalle quali si distingue per la forma generale del guscio e per alcuni dettagli di organizzazione interna. Questi molluschi prosperavano mirabilmente nelle nostre regioni, e avendo vissuto associate in forti agglomeramenti costituiscono ora intieri strati nel complesso dei calcari titonici. Riproduciamo come più frequenti e caratteristiche la *Rynchonellina Suessi*, Gemm. (fig. 150), la *Rynch. bilobata*, Gemm. (fig. 151), la *Rynch. Sequenza*, Gemm. (fig. 152), che è la più frequente di tutte. — Ma il fatto il più caratteristico della fauna titonica di Sicilia è la presenza di una schiera numerosissima di Nerinee, molluschi i quali nell'Europa del centro e del settentrione accennano veramente almeno quando si presentano in numero così strabocchevole, a' piani giuresi un poco più antichi di quello che sarebbero i piani titonici; ma pure la mescolanza che si osserva negli strati di Monte Pellegrino ed altre località della Sicilia occidentale fra di esse e gli Ammoniti ed i brachiopodi testè citati, è forza ad ammettere che le Nerinee siciliane abbiano vissuto più a lungo delle loro congeneri del settentrione per le condizioni più propizie dell'ambiente in cui si svolgevano. È la *Nerinea* un gasteropodo che comparve nell'epoca giurese e non sopravvisse all'epoca cretacea; la conchiglia è lunga e turrita; robusto il guscio, tagliente il labbro; ma il carattere più spiccato consta in alcune ripiegature che si formano sulla superficie interna e sono prominenti nel vano della conchiglia, così che spaccandola longitudinalmente si osserva in ogni giro una cavità bizzarramente contornata, costituita dalle camere in cui l'animale ha successivamente soggiornato. — I calcari di M. Pellegrino, di Isuello, di Favarotta, sono riboccanti di que-

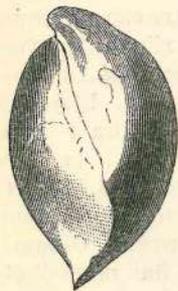
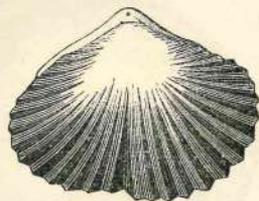



Fig. 148.

Fig. 149.

sti fossili così caratteristici e vi si osserva la solita mescolanza dei tipi esclusivi alla Sicilia con quelli comuni alla Francia e alla Germania. Se non che in quest'ultimo caso più non vi sarebbe quell'assoluto sincronismo fra i terreni che li contengono

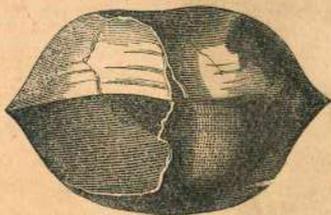
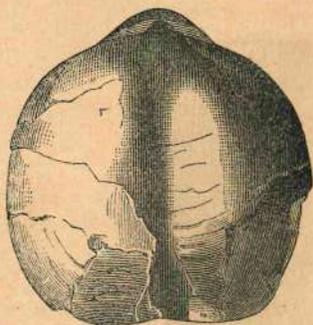



Fig. 150. Fig. 151. Fig. 152.

nell'una e nelle altre regioni, sincronismo che osservammo parlando degli Ammoniti e de' brachiopodi. — Nella monografia del Gemmellaro le Nerinee tengono un posto importantissimo, e rimandiamo al suo lavoro chi volesse formarsi un concetto am-

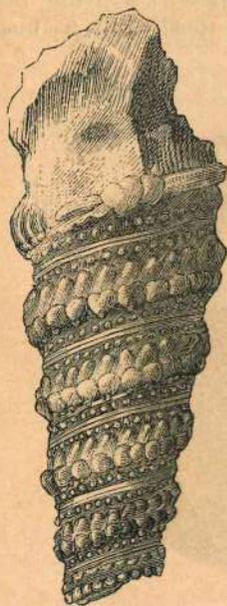
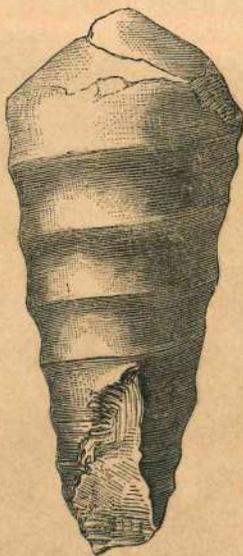



Fig. 153. Fig. 154.

pio ed esatto delle forme di questo fossile. Qui riportiamo per dare un'idea del genere la bellissima *Nerinea Oppeli*, Gemm. (fig. 153), la *Nerinea pseudo-bruntrutana*, Gemm. (fig. 154) assai comune; ed una specie del genere *Cryptoplocus*, affine af-

fatto per l'organizzazione alle Nerinee: è il *Cryptoplocus subpyramidalis*, Mnst. (fig. 155).

Fra le scogliere di terreni paleozoici che già si ergevano assai potenti nell'epoca

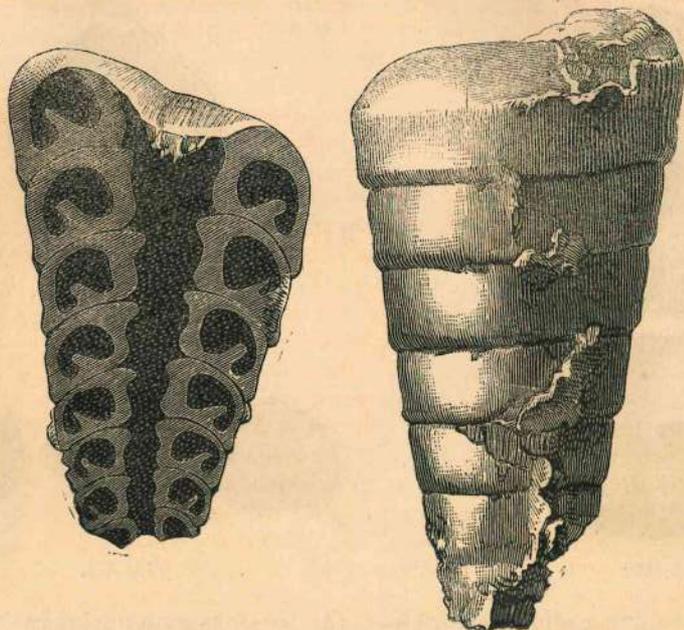



Fig. 155.

giurese sull'area, oggi occupata dall'isola di Sardegna, si insinuavano le acque del mare nelle quali viveva una popolazione di molluschi da cui sembra totalmente esclusa

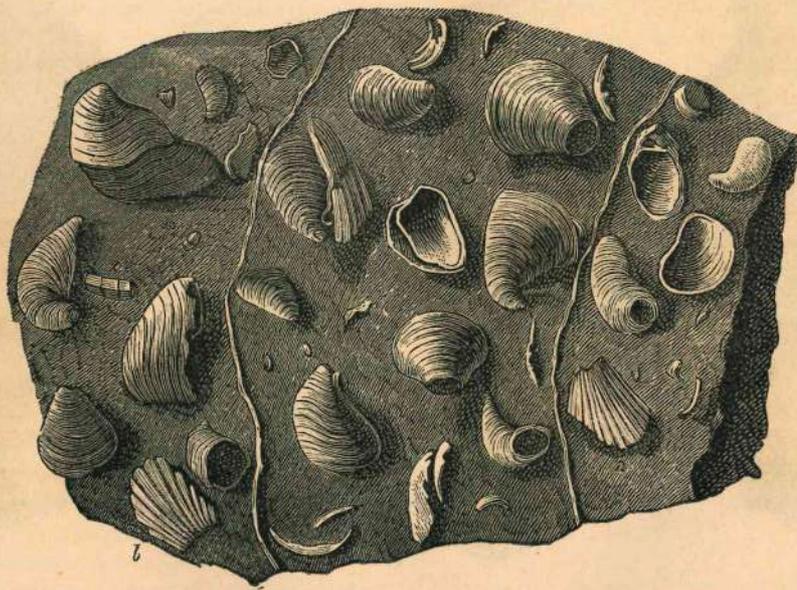



Fig. 156.

la tribù altrove predominante degli Ammoniti. Qui regnavano i lamellibranchi ed i brachiopodi. Le ostriche formavano dei banchi considerevoli, e la fig. 156 raffigura un brano di roccia coperto in gran parte dai gusci dell' *Ostrea obliqua*, una specie

assai frequente nei terreni giuresi della regione occidentale. Un altro mollusco caratteristico di questi medesimi terreni è la *Lima Hector*, d'Orb. (fig. 157), a cui s'aggiungono alcune altre specie non determinate. Nella regione orientale predomina una fauna diversa in cui tengono il primo posto le *Ceromyæ*, mollusco appartenente alla famiglia delle Anatinidi, e di cui qui raffiguriamo una bella specie, la *Ceromya striata*, d'Orb. (fig. 158), le *Panopeæ*, un'Ostrica diversa affatto dall'altra testè citata, e molti brachiopodi, *Terebratulæ* e *Rynchonellæ*. Si noti pur anche la presenza di qualche *Nerinœa*, fra cui raffiguriamo la *Nerinœa Vecchii*, Mng. (fig. 159).

Fig. 157.

Nell'epoca cretacea il mare occupava al nord delle Alpi una lunga striscia che corre approssimativamente da Vienna a Monaco, Zurigo, Ginevra. Presso Vienna e presso Ginevra esistevano due stretti pei quali le acque di questo mare interno comunicavano da un lato col gran bacino orientale di cui facea parte l'Adriatico attuale, dall'altra per la valle del Rodano col Mediterraneo, che allora inondava gran parte della Francia meridionale. Le acque dei due mari italiani si confondevano nell'area che or forma il continente italiano, e apparivano quali isole i gruppi delle Alpi Liguri, delle Alpi Apuane, delle montagne di Calabria e quella parte dell'Apennino centrale in cui sappiamo torreggiare sulle vette i calcari dell'epoca giurese. — Le acque dei mari veneti erano popolatissime, e finora non havvi altra regione italiana che possa vantare nell'epoca cretacea una fauna altrettanto brillante. Profondissimi doveano essere i mari dove si

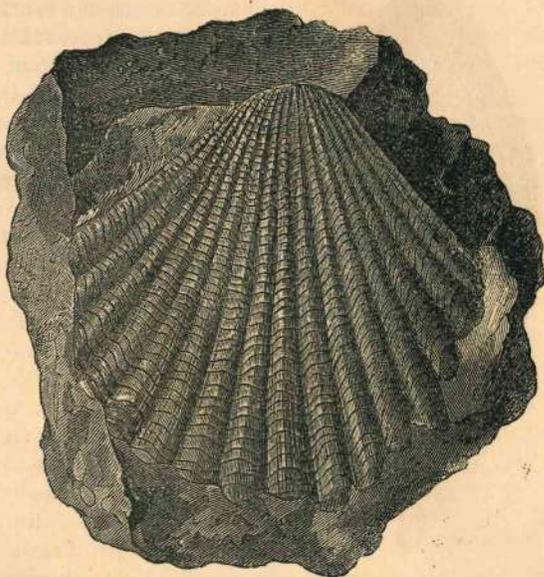
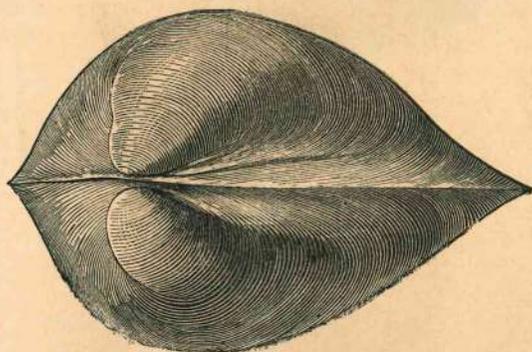



Fig. 158.

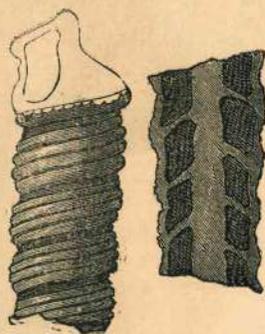



Fig. 159.

deponevano gli ammassi potenti di roccie che or costituiscono il nodo principale dell'Apennino meridionale.

Fra gli organismi che viveano in quest'epoca e che hanno sparito nelle nostre regioni, merita una speciale attenzione un tipo bizzarro ed ora completamente estinto, quelle delle Rudiste. Sono molluschi che non è ancor ben chiaro se debbano essere

ascritti ai lamellibranchi od ai brachiopodi, che quasi sempre si presentano riuniti in banchi e constano di due valve estremamente disuguali. La conchiglia è assicurata al suolo per la valva inferiore, e presenta la forma di un doppio cono la cui metà superiore è costituita dalla piccola valva, la quale però talvolta è quasi completamente piana. La conchiglia è assai robusta e tutta contorta come sempre avviene in tutti i molluschi che vivono fissandosi agli oggetti esterni. La valva inferiore ha nel suo interno delle coste prominenti, per le quali la sua cavità è divisa in molte parti, e siccome l'animale, specialmente quando invecchiava, dal fondo della valva si avanzava verso l'alto, e riempiva lo spazio sottoposto con delle pareti trasversali, così il vano interno non corrisponde nella sua grandezza al profilo esterno. Malgrado queste pareti trasversali riman vuoto nell'interno una specie di guaina che serve alla introduzione dei denti della cerniera. La valva superiore che serve di coperchio, ha sulla superficie interna due prominenze che servono ad assicurare i muscoli, e oltre a queste, due grossi denti, i quali si insinuano così profondamente nella valva inferiore che il coperchio non potea muoversi a cerniera come nelle altre conchiglie, ma bensì dovea sollevarsi e discendere con moto verticale. La struttura del guscio è estremamente singolare; lo strato interno, i diaframmi e le coste sono formate da un calcare compatto. La massa principale è porosa o fibrosa, e la superficie esterna ruvida, fogliacea, e attraversata da una infinità di canali, che probabilmente erano riempiti da prolungamenti del mantello dell'animale, come avviene ne' brachiopodi. — In questa bizzarra famiglia si distinguono più generi che sono: il genere *Hippurites* (fig. 160) in cui la conchiglia consta di una gran valva inferiore conica, diritta od arcuata, e d'una valva opercolare piana o leggermente convessa. La valva inferiore presenta all'esterno due solchi longitudinali profondi, corrispondenti all'interno a due coste prominenti; e vi si osserva anche di solito una terza depressione assai più debole, detta anche cresta cardinale. La valva minore è tutta perforata da canali ramifi-

Fig. 160.

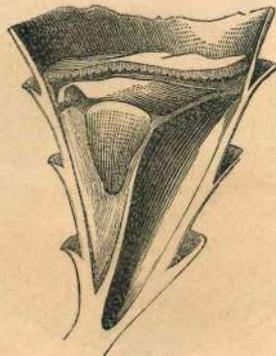



Fig. 161.

Fig. 162.

cati, comunicanti all'esterno per mezzo di piccoli forellini, che la rendono tutta porosa. L'apparato cardinale consta di tre lunghi denti che si insinuano in tre fossette corrispondenti sulla valva inferiore. Questi molluschi viveano di solito in grandi famiglie agglomerate. — Il genere *Caprina* (fig. 161) in cui la valva inferiore non presenta l'impronta che di un solco solo. La valva superiore è grandissima, con-

vessa, a uncino laterale, curvato a spira, ed è, come nel genere precedente, tutta bucherellata da canaletti. — Il genere *Caprinella*, in cui ambedue le valve son porose, e si incurvano a spirale, l'inferiore essendo grandissima. — Il genere *Radiolites* (fig. 162), in cui i canali dell'orlo della valva superiore non penetrano mai fino all'interno. Del resto nella forma la conchiglia ha molta analogia con quella dell'*Hippurites*. Vi manca però sempre la cresta cardinale, e l'apparecchio cardinale consta di due denti saldati alla valva superiore mediante una base comune. La valva inferiore è più o meno conica e si fissa o col solo uncino o per tutta la sua superficie. La valva inferiore è più piccola e quasi piana. L'interno della gran valva è diviso in due regioni, di cui l'una riceve i lunghi denti della valva superiore, e nell'altra alloggiava l'animale. Le Radioliti hanno vissuto in famiglia, ma generalmente non sono saldate le une alle altre. Sono abbondantissime e diffuse in tutto lo spessore della zona a Rudiste. — Il genere *Caprotina* ha una valva inferiore fissa, conica

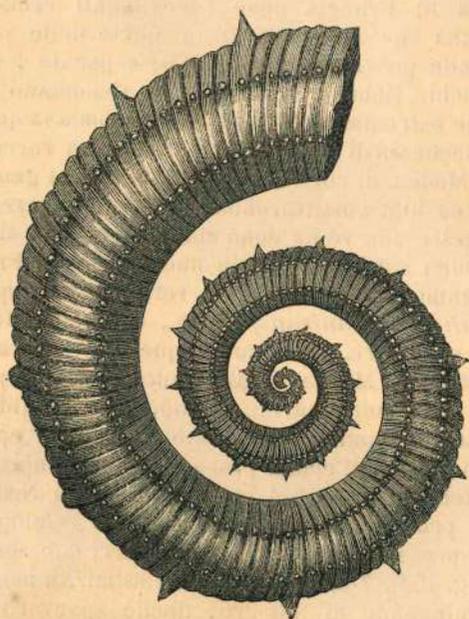



Fig. 163.

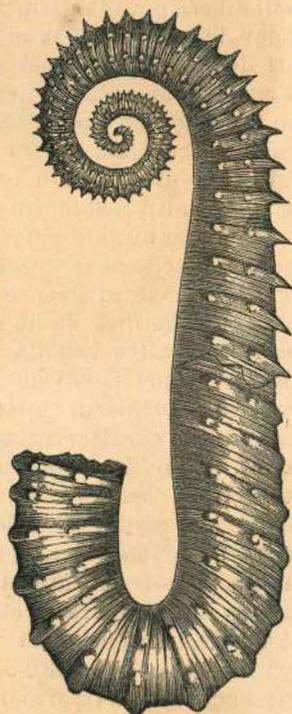



Fig. 164.

o spirale e una valva superiore più piccola a uncino laterale e più o meno ravvolto. Il guscio non presenta traccia alcuna di canali. Il genere *Spherulites* ha molta analogia colle *Radiolites*, ma si distingue per la presenza della cresta cardinale e per alcune leggiere differenze nell'apparato dei denti.

Questi singolari organismi che hanno avuto una vita sì breve, prosperavano moltiplicandosi in grandissima copia nelle acque che bagnavano i lidi del Mediterraneo cretaceo. Ricchissimi ne son pertanto i calcari della Francia meridionale, della regione dei Pirenei. Sull'area italiana esse si addensavano non meno fitte, e han lasciato i loro avanzi in maggior copia nella catena della Venezia orientale e del Friuli, nelle arenarie di Brianza, e nella parte meridionale della catena Apenninica. — Mentre le Rudiste di Francia furono argomento di moltissimi studj e numerose pubblicazioni, fino a questi ultimi anni non eravi intorno a quelle d'Italia, che qualche breve cenno ed isolato. — Or la lacuna non fu certo ancora colmata, ma pur possiamo citare una bella memoria, quella del Pirona, che illustra un gruppo delle Rudiste friulane. Essendo nuovo e assai importante l'argomento,

riportiamo dalla sua memoria le seguenti notizie. A pochi passi dal torrente Judri a tre chilometri circa a sud di Cormons, sorge un piccolo colle che dal nome di un villaggio posto alle sue falde chiamasi il colle di Medea. È isolato nella pianura; ha l'altezza di circa cento metri, e gli strati inclinati a nord. I calcari grigi, cerulei, leggermente bituminosi che lo compongono, contengono alla base qualche rara Rudista e un numero grandissimo di Foraminifere microscopiche. Ma verso il mezzo della sua altezza, gli strati sono un impasto di miriadi di Rudiste con qualche altro acefalo e qualche piccolo Echinide. Le prime appartengono tutte ai generi *Radiolites* e *Sphærulites*, e non havvi traccia di Ippuriti. Pochissimi sono gli avanzi ben conservati, non trovandosi generalmente che frammenti di gusci, spezzati e rotolati dal battere dell'onda contro il lido. Poichè lo ripetiamo, le Rudiste non viveano che in vicinanza alla sponda, aggrappate agli scogli. Ed è probabilmente a questo fatto che devesi attribuire la mancanza di cefalopodi ed altri animali liberi e vaganti in alto mare, negli strati che contengono Rudiste. Questa vicendevole esclusione la si osserva nel Veneto, dove i ricchi giacimenti di Ammoniti del Vicentino e del Veronese non contengono, al rovescio di quanto vediamo nel Friuli, alcuna Rudista, ma più ancora in Francia dove i sedimenti cretacei ponno dividersi in due grandi regioni, l'una che abbraccia gran parte delle provincie settentrionali, l'altra gran parte delle provincie meridionali, separate l'una dall'altra da una zona di terreni più antichi. Ebbene nella prima abbondano gli Ammoniti ed altri cefalopodi che sono invece estremamente rari nella seconda la quale a sua volta è la località più classica per la ricchezza di Rudiste. — Il Pirona ha raccolte e descritte dieciannove specie del colle di Medea, di cui nove appartengono al genere *Radio lites*, nove al genere *Sphærulites* ed una costituirebbe un nuovo genere, il genere *Synodontites* da lui creato. Fra queste non ve ne sono che quattro che siano conosciute in altre località. Le altre quindici son tutte specie nuove. — Nel Friuli occidentale e nei monti del Bellunese abbiamo invece avanzi di vere Ippuriti, quali l'*Hippurites cornu-vaccinum*, Desm., e l'*Hipp. organisans*, Desm., conosciute fuori d'Italia come caratteristiche della Creta superiore. Abbiamo dunque una differenza d'età fra queste Rudiste occidentali e quelle di Medea. Questa colonia già sì prosperosa s'era spenta e sepolta sotto ai sedimenti marini, quando lungo i lidi di golfi più occidentali si svolsero le numerose Ippuriti. Del resto durante l'epoca cretacea i mari del Veneto, diedero ricetto come nell'epoca precedente, a popolazioni assai fitte. Anteriormente alla comparsa delle Rudiste, nei mari del periodo Neocomiano con cui si aperse l'età della Creta, prosperavano numerosissimi i cefalopodi. La tribù degli Ammonitidi vi contava rappresentanti di quei tipi bizzarri che sono i generi *Crioceras* (fig. 163), *Ancyloceras* (fig. 164), *Toxoceras*, e moltissimi Ammoniti. Questi andarono nei periodi successivi diminuendo di numero, finchè sparvero del tutto e il loro posto venne preso dalle Rudiste. Ma queste ebbero una vita assai breve. Nei mari in cui si chiuse l'età della Creta esse non sopravvissero. In quei fondi viveano in copia echinidi e lamellibranchi. Citiamo fra i primi il genere *Ananchytes* di cui una specie l'*Ananch. ovata*, Lmck, è comunissima nella creta superiore di tutta Europa; fra i secondi il genere *Inoceramus*, un mollusco che appartiene alle famiglie delle Aviculidi, e anch'esso assai diffuso negli strati della Creta, superiore. Qui riportiamo l'*Inoceramus Lamarcki* (fig. 165). In Lombardia trovansi negli strati superiori della Creta, corrispondenti a quelli che nel Veneto son così ricchi di cefalopodi, numerosissimi gli Aptichi, e se questi fossili, come vogliono i paleontologi tedeschi, non sono che parti delle conchiglie di date specie di Ammoniti, la fauna de' mari di Lombardia dovea presentare una certa analogia con quella dei mari più orientali. — Superiormente non abbiamo generalmente che dei calcari marnosi affatto sprovvisti di avanzi organici, quando si eccettuino le impronte delle alghe marine che rivestono la superficie degli strati; ma quelle selve di gracili pianticelle non erano allietate dalla presenza di alcun animale. Fa però eccezione quella parte di Lombardia che dicesi la Brianza, dove hanno vissuto giganteschi e numerosi Inocerami, e una colonia potente di Ippuriti, fra cui contansi le specie le più caratteristiche, e qualche poderoso gasteropodo,

quale l'*Acteonella gigantea*, d'Orb. (fig. 166). — Nelle acque che bagnavano le regioni della Liguria, della Toscana prosperavano Inocerami ed Echini e qualche Ammonite. Nell'Apennino centrale troviamo nello strato più basso della creta, la medesima ricchezza di Ammoniti come nelle Alpi del Veneto e molte specie comuni alle due località: citiamo fra queste il comunissimo *Ammonites subfimbriatus*,

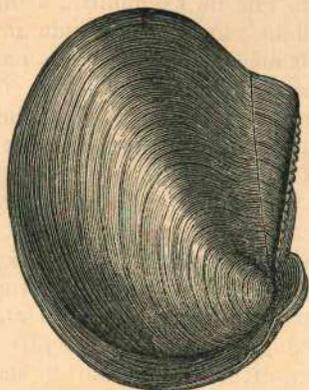



Fig. 165.

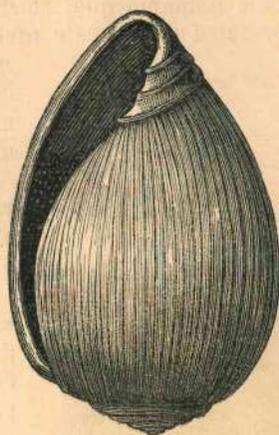



Fig. 166.

ma tanto in Liguria quanto in Toscana e nell'Apennino havvi totale assenza di Rudiste. Queste invece ricompajono e frequentissime nei grandi ammassi calcari delle provincie meridionali, così che fra i giacimenti a Rudiste del nord d'Italia e quelli del sud correva una zona che quegli animali non hanno mai attraversato. I

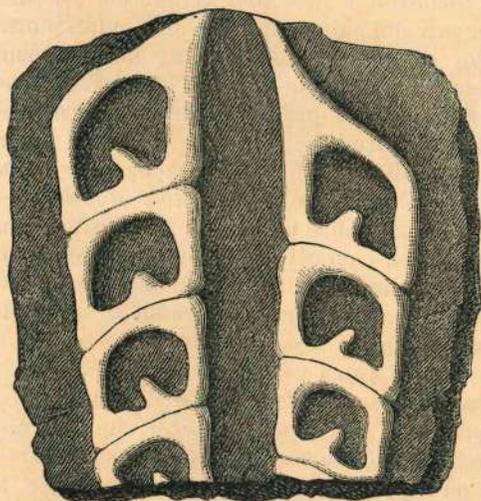



Fig. 167.

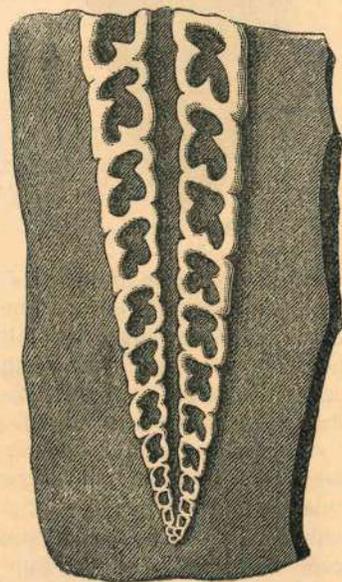



Fig. 168.

monti della Majella, di Gaeta, il Taburno, le Murgie, la catena di Castellamare, per non citare che le più note località contengono Ippuriti in gran copia. Ma se si eccettuano alcuni brevi cenni dovuti al prof. Guiscardi, siamo completamente all'oscuro sul valore specifico di questi fossili meridionali. Lo studiarli e quindi lo scindere coll'aiuto dei loro caratteri i varj piani di cui consta il terreno della

Creta in quelle grandi catene, è una delle più attraenti imprese che si offrono al paleontologo e al geologo italiano.

Nell'isola di Sicilia, le Ippuriti abitavano assai numerose in quella parte del mare che si distendeva laddove or s'erge il Monte Pellegrino. Alla estremità orientale dell'isola come anche sulla punta dell'opposta Calabria, e lungo tutta la sponda settentrionale abbiamo quei ricchi giacimenti di fossili che sappiamo tanto affini ai fossili cretacei delle coste africane. Non abbiamo che un Ammonite, l'*Amm. Rothomagensis* e qualche raro gasteropodo, ma numerosissimi i lamellibranchi. Abbondavano particolarmente i generi *Venus*, *Crassatella*, *Arca*, *Cardium*, ma davvero predominanti erano le Ostriche, che vi formavano banchi assai potenti per numero di individui e di specie. Una specie delle più frequenti è, alle Madonie, e nei dintorni di Messina e in Calabria e in Africa, l'*Ostrea Overwegi*, Cap.

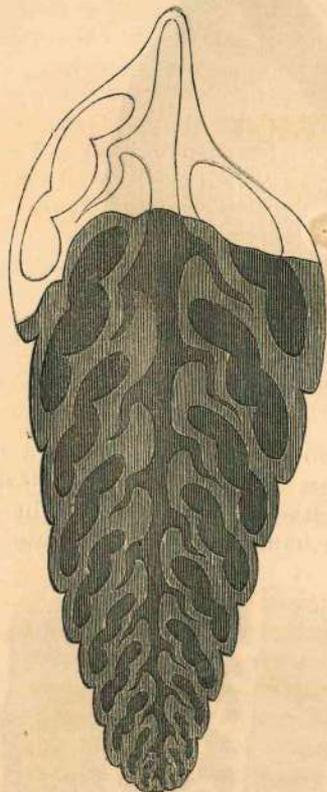



Fig. 169.

Nell'isola di Sardegna i terreni cretacei non trovansi che a lembi isolati lungo la parte littorale dell'isola, il che ci prova che all'epoca in cui essi si deponevano, la Sardegna avea già assunto in gran parte la sua forma attuale; almeno il suo profilo già si disegnava sulle acque del Mediterraneo non molto dissimile da quello che or si vede: ben inteso però che restava sempre aperto al mare il gran canale diretto da nord-ovest a sud-est che scindeva l'isola in due, e probabilmente era ancora sommersa tutta quella ampia regione occidentale che poi fu coperta dalle dejezioni dei vulcani terziari e quaternari. — Lungo la sponda occidentale vediamo un piccolo lembo di calcare cretaceo nell'isoletta di S. Antioco che racchiude l'*Hippurites cornu-vaccinum*, qualche *Radiolites*, *Caprotina*, e *Nerinæa*. Quindi per trovare eguali giacimenti dobbiamo balzare sino alla punta settentrionale, al Capo della Caccia, nei dintorni d'Alghero. Ascendendo verso la vetta di questo promontorio si veggono sui gradini delle scogliere impiantate numerose Rudiste, che fan l'effetto, come dice Lamarmora, di denti d'elefante sporgenti dalla roccia. Vi si nota la solita *Hippurites cornu-vaccinum*, le *Sphærulites Hœningensis*, e qualche *Radiolites*. Questi medesimi fossili trovansi un poco più all'est in un altro piccolo ammasso di calcari cretacei che forma i monti d'Olmedo, e a nord nei monti di Aivara, dove si aggiungono coralli e briozoi. Lungo la costa orientale, i calcari cretacei formano la catena cingente il golfo d'Orosei. Presso il capo di Monte Santo trovansi alcuni pochi fossili ma fra questi uno assai importante ed è l'*Ammonites Rothomagensis*. Più a nord a Cala di Luna v'è un ricco giacimento di Nerinee. Riproduciamo le figure della *Nerinæa lunensis*, Mng. (fig. 167), e della *Nerinæa apenninica* Mng. (fig. 168). Questo ammasso di calcari cretacei che è il più poderoso in tutta l'isola, posa immediatamente sul granito, e verso la sua estremità settentrionale è a sua volta coperto ed injettato dal basalte. Avanzando a nord dopo una breve interruzione occupata dalle roccie granitiche ricompajono ancora i calcari della Creta nell'elissoide di Monte Alvo che contiene anch'esso qualche Nerinea; quindi nell'isolotto di Tavolara, un banco calcare posato su di un nucleo di granito. Numerosissimi vi sono i fossili; vivevano su quel fondo qualche Rudista, qualche gasteropodo, e una fitta schiera di Nerinee, fra le quali una specie veramente cospicua, la *Nerinæa Lamarmoræ*, Mng. (fig. 169).

TERRENI EOCENICO E MIOCENICO

Il terreno eocenico con cui si apre l'età terziaria, segna davvero, come l'indica il suo nome, l' alba di un'epoca novella. I continenti attuali che già si erano in parte disegnati sulla superficie delle acque nell' età secondaria, acquistarono durante i primordj dell' età terziaria tutti i loro tratti principali. Al chiudersi dell' eocene ebbe luogo sull' area delle nostre terre un grandioso sollevamento che diede alle catene di montagne l' altezza che approssimativamente ancor conservano, mise a secco vastissime regioni e segnò nell' Italia l' asse non interrotto dell' Apennino. Nei periodi successivi dell'età terziaria, il miocenico, ed il pliocenico, le terre andarono ancora acquistando di ampiezza, e il mare, in forza di continui e locali sollevamenti fu costretto a ritirarsi dai golfi e dai seni pei quali si insinuava sino alle falde delle grandi catene. Già le Alpi e l'Apennino si estollevano dalle onde quando il mare ancor si distendeva sovra tutto il lido orientale d' Italia, e penetrando nella valle del Po, batteva le pendici delle nostre prealpi.

L'epoca eocenica durante la quale formaronsi potentissimi sedimenti, fu dunque ancora un'epoca di mari assai profondi sull' aree stesse dove or si allargano vaste regioni e si ergono altissimi monti. Nelle Alpi Occidentali all' ovest del colosso granitico del Bianco e nelle catene al nord della valle del Rodano i terreni eocenici veggonsi portati ad altezza di tre e più mila metri, prova evidente della potenza del sollevamento che ha avuto luogo al chiudersi di quell' epoca. — Tutto l'Apennino di Liguria, dell'Emilia e di Toscana consta nella sua massa principale di arenarie e di calcari deposti nei mari dell' eocene, così che questo terreno ha una parte importantissima nella costituzione della penisola. — Però lungo la linea che segna il semicerchio de le Alpi esso non ha grande potenza, probabilmente perchè i suoi sedimenti furono ricoperti da quelli deposti in mari più recenti, essendosi il sollevamento post-eocenico verificato colla sua massima intensità nel cuore delle Alpi.

A lembi isolati e più o meno potenti, le rocce dell' eocene affiorano alle falde delle prealpi dal Friuli alla Lombardia occidentale. — Nel Friuli veggonsi assai sviluppati nella regione frapposta fra l' Isonzo e il Tagliamento. Constano inferiormente di arenarie che verso l' alto alternano con scisti marnosi che poi finiscono per surrogarle intieramente. Nella sua parte più bassa, l'arenaria non contiene di fossili che qualche rara nummulite; più in alto contiene qua e là dei giacimenti piuttosto ricchi di lamellibranchi, *Pecten*, *Cardium*, qualche echinide, ma sempre

assai rare le nummuliti. Quest'ultime invece abbondano straordinariamente laddove compajono gli strati marnosi. A Brazzano e a Rosazzo al sud-est di Udine agli ammassi di nummuliti, vanno uniti moltissimi coralli e briozoari, appartenenti i primi ai generi *Astrea, Cariophyllia*, *Fungia*, *Meandrina*, *Turbinolia*. — Questo complesso di rocce eoceniche, partendo dal tratto di paese che giace fra Gorizia e Cormons s'innalza da sud a nord fino alle falde del monte Colaurat, confinando ad oriente coi terreni della Creta e ad occidente trovandosi immediatamente coperto dalle alluvioni recenti. Occupano tutta la regione fra il Colaurat e Cividale; indi si volgono ad ovest assottigliandosi assai. Presso Collalto vengono a celarsi a sud sotto l'ampio sistema di morene che s'incurva fra il Tagliamento e il Torre: quindi all'est di Gemona si insinuano con una lingua sottile fra le formazioni cretacee testè nominate e i calcari secondari delle alte montagne del Friuli. Sulla destra del Tagliamento riveggonsi le rocce eoceniche in due piccoli ammassi isolati, il primo presso Forgaria e Clauzeto, il secondo che da Medun si spinge fino a Barcis nella valle del Cellina. — Più ad ovest ricompajono in un ampio tratto nel cui mezzo giace la città di Belluno. Constano di arenarie verdi riboccanti di nummuliti. Questo bacino eocenico è cinto tutto intorno da calcari della creta superiore o *scaglia*; ma pure nella regione che corre all'est di Feltre sino alla valle del Brenta e che è quasi intieramente coperta dalle formazioni cretacee, trovansi qua e là dei lembi isolati di terreno eocenico che ci attestano come tutto quel tratto di paese ne dovesse essere coperto, e come sia effetto di una denudazione compiuta su larga scala il vederne ora sì scarse tracce. Abbiamo quindi, progredendo ad ovest, i giacimenti eocenici di Bassano, di Vicenza e di Schio. Su questa interessantissima regione hanno sparsa molta luce le recenti ricerche del Suess. I dintorni di Vicenza furono nell'epoca eocenica il teatro di potenti eruzioni; fu un centro vulcanico di importanza poco inferiore a quello dell'Alvernia in Francia. L'apparato vulcanico esterno, coni e crateri, è affatto scomparso, ed or non si veggono che le lave di quelle potenti eruzioni, le quali spargendosi sul fondo dei mari hanno tante volte uccise le faune che vi prosperavano e che si sono successe varie di forma e di numero. Molte di quelle lave devono essere sgorgate da vulcani sottomarini, altre da vulcani insulari; era un arcipelago di coni fumanti ed effimeri, nelle cui acque guizzavano a schiere i pesci, fiorivano i molluschi e i coralli, mentre sui lidi sorgevano selve di eleganti palmizii. Il tutto avea vita ben breve, chè animali e piante rimanevano sepolti sotto alla lava incandescente o sotto alle pioggie di ceneri vomitate dai coni ma sullo strato stesso che avea soffocato le antiche popolazioni, ripullulava la vita e vi si svolgevano nuove e più giovani forme.

Qui riproduciamo alcuni passi della memoria del Suess che eccellentemente illustrano la geologia di questa interessante regione. Essa può considerarsi separata in due parti da una spezzatura lineare che partendo da Schio si avanza verso Vicenza passando per Malo. La regione ovest che comprende le basse Alpi di Vicenza e la totalità dei monti Berici, può considerarsi come una grande depressione, il cui asse è parallelo alla direzione longitudinale delle Alpi. I due orli settentrionale e meridionale della depressione son formati dalla *scaglia* foggiata a sinclinale che sostiene i colli terziari che posano sul fondo della conca. — All'est della spezzatura la regione terziaria si restringe in una zona esigua e spesso interrotta che accompagna la *scaglia*, la quale non forma una sinclinale come nel caso precedente ma bensì disegna assieme ad altri terreni più antichi una volta regolare, continua, di cui i terreni terziari formano il rivestimento più superficiale, e ne sono frammenti staccati i depositi isolati che posano sulla vetta di quella anticlinale come appunto si osserva nei sette Comuni, nei dintorni di Belluno e della Val Sugana. I grandi contorni stratigrafici di questa contrada sono una conseguenza del sollevamento delle Alpi e i basalti ai quali già veniva attribuita tanta efficacia di sollevamento qui non hanno prodotto che disturbi affatto locali. I più alti fra i coni basaltici, come la Purga di Bolca, il Faldo, l'Altissimo, il Cavallaro, ben lungi dall'essere centri di eruzione, altro non sono che frammenti di grandiose correnti di lava incassate fra le rocce sedimentari e insieme a queste sollevate. — I basalti

dei dintorni di Vicenza appartengono a diverse suddivisioni della formazione terziaria. Cominciano immediatamente al disopra della *scaglia* e finiscono cogli strati di Castelgomberto probabilmente miocenici. Generalmente essi si accompagnano a strati di tufo i quali contengono sovente degli avanzi organici. Le correnti di basalte raggiungono il massimo della loro potenza nel territorio di Verona. Nelle montagne del Vicentino si impiccoliscono quanto più si avanzano verso l'est, divengono più rare nei dintorni di Marostica e scompajono nei dintorni di Bassano. È assai difficile di determinare con certezza la situazione dei centri eruttivi; si potrebbe forse ammettere che alcune delle correnti più giovani siano sgorgate dai crateri posti sul territorio delle attuali montagne del Vicentino; ma le grandi correnti più antiche accennano a un'origine più occidentale, a un centro eruttivo che si trova nelle montagne del Veronese.

I piani principali dei terreni terziari del Vicentino, dal basso all' alto, sono, secondo il Suess, i seguenti:

Tufo di Spilecco, a tinta variegata rossa e nerastra. Contiene denti di pesce e dei resti di brachiopodi e di crinoidi. Al monte Spilecco presso Bolca e lungo l'orlo settentrionale della grande depressione posa evidentemente sovra la scaglia. Le eruzioni basaltiche cominciarono pertanto colla formazione di questi tufi.

Un complesso di tufi, di basalti e di calcari, che si può scindere in varie suddivisioni, fra cui notiamo gli scisti calcari del Bolca, ricchissimi di impronte di vegetali e di pesci; i calcari compatti pur del Bolca riboccanti di echinidi, i tufi di S. Giovanni Ilarione, la cui fauna studiata, da Hebert, ha molta analogia con quella dei calcari di Parigi; altri calcari intimamente collegati con questi tufi e assai fossiliferi, a *Cerithium giganteum*, *Cerithium parisiense*, *Velates schmideliana*, *Lucina mutabilis*, ecc., e nummuliti.

Inferiormente a questo calcare, ma affatto speciale ai dintorni di Roncà, trovasi un giacimento di un tufo nero che contiene una fauna conosciutissima e assai caratteristica, *Strombus Fortisi*, *Cerithium combustum*, *Cer. serratum*, *Cer. corvinum*, *Melania stygia*, *Terebra Vulcani*, ecc. — Superiormente ai calcari trovasi una alternanza di tufi basaltici, di piccoli letti di lignite con abbondanza di impronte di palmizi e di calcari poco compatti contenenti i generi d'acqua dolce, *Helix*, *Cyclostoma*, *Lymnea*, e corazze di tartarughe e ossa di coccodrilli. Questi sedimenti lacustri e fluviali formano un orizzonte assai ben definito e continuano in tutta la regione vulcanica accompagnandosi ad una delle più grandi correnti di lava che vi si siano espanse.

Gruppo di Priabona, caratterizzato per la predominanza delle marne calcari e la rarità dei basalti. Riposa sulla gran corrente testè citata e dove questa manca sovra i calcari nummulitici. Questo gruppo raggiunge il massimo della sua potenza nei monti Berici. Comincia al basso con un letto di tufo a frammenti d' ostriche e con tracce di lignite. Succedono degli strati di calcare a *Cerithium*, e finalmente una massa, calcare anch' essa, e riboccante dei resti di un Echinide, lo *Schizaster rimosus*: quindi delle marne ricchissime di Orbituliti e di Operculine, e lamellibranchi e gasteropodi, fra cui notiamo grandi esemplari di *Pyrula* e di *Pleurotomaria*. In alcune località sovra questi calcari posano delle marne rimarchevoli per l'enorme quantità di steli di Briozoari che vi serpeggiano dentro.

Gruppo di Marostica; comincia al basso con uno strato potente di sabbie contenenti dei resti di *Natica* e di *Eupatagus ornatus*. Indi succedono almeno nei dintorni di Crosara degli strati corallini, e più in alto ancora gli strati di Sangonnini di Lugo che constano ora di tufi basaltici, ora di calcari che contengono una flora ricchissima di palme. Sembra che contemporaneamente alla deposizione di questi sedimenti riprendessero un certo vigore le eruzioni basaltiche, il cui centro si fosse spostato, portandosi più all'est.

Gruppo di Castel Gomberto. La base di questo gruppo consta di una massa calcare, assai potente nelle parti nord-ovest e sud del Vicentino. È assai ricca di Echinidi. Succedono altri calcari caratterizzati dall'*Hemicardium difficile*, e quindi dei giacimenti ora calcari ora tufacei mescolati ad elementi vulcanici, celebri per

l'abbondanza dei fossili. Questo deposito raggiunge la sua maggiore potenza fra Castel Gomberto, Monte Viale e Montecchio Maggiore. La fauna di molluschi e di coralli studiata dal Fuchs e dal Reuss presenta una fisionomia manifestamente miocenica. — Negli strati più alti si trovano i letti carboniferi di Monte Viale, e quelli di Zovencedo che contengono i resti dell'*Antracotherium magnum*, un mammifero che ritroveremo più all'ovest, sulle terre mioceniche di Liguria. Contemporanee di questi strati sono le ultime correnti di lava che si espansero su queste regioni.

Gruppo di Schio: complesso di calcari, di arenarie e di marne ricchissime di Echinidi, quali *Clypeaster Michelotti, Clyp. placenta, Clyp. regulus, Echinolampas conicus*, e sopratutto *Scutella rotonda*. Questi strati che appartengono al terreno miocene, costituiscono i depositi terziari i più recenti dei dintorni di Vicenza. Più all'est nella Marostica posano su di essi delle colline di arenarie e di sabbia, a cui succedono presso Bassano delle argille e dei conglomerati che segnano il passaggio fra il miocene e il pliocene, se pur già non appartengono a quest'ultimo orizzonte.

Non lungi da questo centro vulcanico del Vicentino, sorge un altro gruppo, quello dei Colli Euganei presso Padova, che deve anch'esso la sua origine a correnti di lava: ma che pure si distingue non solo per l'età delle eruzioni, che probabilmente sono di alcun poco più antiche di quelle del Vicentino, ma anche e più ancora per la qualità della roccia eruttata constando le correnti di basalte, che testè abbiamo citato, quasi esclusivamente di trachite quelle degli Euganei. — Di questi colli si possiede una preziosa monografia del Roth da cui attingeremo le notizie che or faremo seguire.

Sorgono questi colli affatto isolati dalla gran pianura alluvionale del Veneto al sud-ovest di Padova. Constano essi in parte di rocce eruttive e in parte di rocce sedimentari: distinguendosi le prime in doleriti ed in trachiti, le seconde in marne e calcari, giuresi, cretacei e terziari, a cui devesi anche aggiungere un tufo vulcanico, che è una specie di peperino.

La dolerite è assai meno potente e importante della trachite, e non forma, al pari di questa, delle alture isolate. Il centro principale dove questa roccia ci appare, sono i monti di Teolo nella parte nord-ovest dell'intiero gruppo. Si presenta sotto le forme di interstrati e più ancora di grandi dicchi che hanno tagliati i piani della scaglia cretacea e si collegano e s'intrecciano in mille modi, cogli altri terreni e sedimentari e vulcanici.

La trachite è la roccia che impronta della loro caratteristica fisionomia i colli Euganei, formando essa quasi tutte le cupole e le creste che sorgono in quel gruppo. Se le vette trachitiche non fossero presenti si avrebbe un altipiano composto di strati orizzontali o poco inclinati, spezzati da qualche dicco di dolerite che qua e là formerebbe un'umile altura. Fuvvi un tempo in cui certo gli Euganei presentavano questo aspetto, poichè l'eruzione delle trachiti è un avvenimento posteriore al primo sollevamento degli strati sedimentari e alla comparsa della dolerite.

Nella parte settentrionale della regione degli Euganei la trachite forma una gran massa compatta, il cui limite a sud sarebbe segnato da una linea che corresse da Faeo a Valsanzibio. Verso ovest questa massa si innalza dalla pianura con un pendio continuo e precipite. Verso est si scinde in vari monti isolati. Gli strati calcari e marnosi si mostrano assai potenti presso Ville e Ravolone e si appoggiano alle falde del M. Grande, mentre i colli isolati delle regioni orientali sorgono dal piano alluvionale senza questo mantello di strati sedimentari.

Nella regione meridionale gli strati sedimentari hanno maggiore importanza; costituiscono le vette centrali del gruppo e le cupole trachitiche hanno sempre al basso una cintura di calcare e di marne.

La trachite si presenta negli Euganei con tre forme distinte, quella di ammassi e di cupole compatte ed isolate, quella di dicchi più o meno verticali, e finalmente quella di correnti interposte fra gli strati sedimentari. Queste ultime sono interessantissime perchè ci offrono il dato più certo per valutare l'età delle eruzioni trachite, e sotto questo rapporto è della maggiore evidenza l'esempio che si osserva nelle vicinanze di Castelnuovo. Qui si vede al basso uno strato di tufo giallastro,

doleritico, ricchissimo di nummuliti e delle marne grigie indubbiamente eoceniche. Fra queste si vede interstratificata una corrente di lava dello spessore di 15 a 18 piedi.

La marna sottoposta fino alla distanza di un piede dallo strato di trachite, ha perduta la sua stratificazione orizzontale e in cambio si è scissa in una serie di piccoli prismi verticali. La roccia si è fatta dura e compatta ma non ha assunto l'aspetto cristallino. La marna sovrapposta non presenta alcuna modificazione ed evidentemente si è deposta posteriormente sullo strato di lava già consolidato. Sarebbe però un voler esagerare il valore di questo fatto, il dedurne un criterio per stabilire l'età di tutte le eruzioni i cui prodotti ora costituiscono i colli Euganei. Probabilmente si potrà anche per questa regione, come pei dintorni di Vicenza, trovare varie epoche di eruzione a cui corrispondano speciali correnti, ma questo è uno studio ancora a farsi e solo osservando le cose nel loro complesso, possiamo asserire che l'età geologica durante la quale l'area degli Euganei fu il centro di una poderosa attività vulcanica corre dal tramonto dell'epoca cretacea al tramonto dell'epoca eocenica. — Non devesi poi credere di aver in queste montagne un gruppo di vulcani nel senso che or diamo a questa parola. I coni costrutti dai prodotti delle eruzioni e al cui piede sgorgano le lave che vanno ad inondare le circostanti regioni, rappresentano la parte più labile, più effimera dei fenomeni eruttivi. Possiamo dire che essi non durano in tutta la loro integrità, non conservano le loro forme caratteristiche se non fino a quando la regione sulla quale si innalzano non subisce modificazioni, non va soggetta alla vicenda delle trasformazioni geologiche. Infine, geologicamente parlando, i coni vulcanici sono nostri contemporanei. Se i vulcani del Lazio, sebbene spenti da tempo immemorabile, pure conservano l'aspetto e i tratti essenziali del Vesuvio e dell'Etna, ciò è perchè quei vulcani, geologicamente sono recentissimi. Ma quando dopo una serie non calcolabile di secoli saremo entrati in un'altra età geologica, e la disposizione dei continenti e dei mari si sarà mutata, e le onde si saranno nuovamente distese sulle catene di montagne che or ci sembrano sì superbe, è facile l'imaginare come i vulcani attuali perderanno tutto quell'apparato esterno che li impronta di una fisonomia così caratteristica. Rimarranno eterne le correnti di lave che si espansero tutte intorno ai centri eruttivi, e queste sole ci saranno prova della vulcanicità del paese su cui si troveranno. — Aggiungasi poi che molti fra gli espandimenti di trachiti e di basalti che oggi formano une parte sì cospicua di tante montagne, propriamente non hanno mai avuto un cratere subaereo, ma indubbiamente si sono distese sul fondo del mare, sgorgando da qualche spaccatura, intorno alla quale il lavoro delle acque non permette che si accumuli un cono di eruzione. Se il fondo del Mediterraneo sorgesse ora dall'onde e si corrugasse a catene e gruppi di monti, ne vedremmo moltissimi intieramente costituiti da rocce eruttive, le quali si espansero e si espandono ancora indipendenti affatto dai crateri che sorgono sul lido. — Tale è certo il caso per queste lave trachitiche dei colli Euganei. Il solo monte che potrebbe dar l'imagine di un cratere è il M. Sieve che circonda di un arco di cerchio il piano su cui giace il castello di Cattajo. Ma qui pure l'apparenza è ingannatrice e l'osservazione attenta ci insegna che anche le correnti di cui consta quel colle, sono espandimenti di lave sottomarine.

Di questi centri di eruzioni vulcaniche, dove i terreni deposti nei mari eocenici si uniscono alternando agli strati di trachite e di basalte, essi si dirigono col complesso di tutte le formazioni verso nord insinuandosi nell'alta valle dell'Adige fino al nord di Trento. — Lo spaccato che altrove riportammo del M. Baldo ci mostra i rapporti in cui si trovano cogli altri terreni, e come anche in questa regione i calcari e le arenarie a nummuliti siano spezzate e sconvolte dalle correnti di lava che trovarono in questi monti all'est del Garda il limite del loro espandimento. Avanzando più a nord trovansi sulla destra dell'Adige diversi nuclei di rocce eoceniche isolati e di non grande potenza, il che in parte è dovuto all'opera della denudazione, ed in parte al fatto che il golfo dove or giace la valle dell'Adige era andato sempre più restringendosi e all'epoca eocenica dovea render somiglianza di un lungo *fjord* che penetrava fin quasi nel cuore delle Alpi. — Lungo il lembo

meridionale delle prealpi lombarde, gli strati a nummuliti ci si presentano in alcuni punti staccati gli uni dagli altri quasi isole sporgenti dal gran mantello dei sedimenti pliocenici e quaternari. Notiamo quei due colli affatto isolati che sono il M. Orfano di Brescia e il M. Orfano di Como, le colline della Brianza e quelle di Comabbio al sud del lago di Varese, come le località più conosciute per la presenza di quel terreno e l'abbondanza delle nummuliti.

Nel Piemonte e in Liguria i terreni eocenici e miocenici furono argomento di lunghi studj per parte di Sismonda, Murchison, Pareto, Gastaldi, così che si hanno delle divisioni assai ben tracciate, e descrizioni assai esatte delle più interessanti località. Questi terreni si palesano nel cuore del Piemonte, nelle colline del Monferrato e delle Langhe, nelle Alpi marittime in quel triangolo di cui già parlammo e che ha per vertice il colle di Tenda, per base una linea che corre da Nizza ad Albenga, e infine nello gran massa dell' Apennino ligure, che consta intieramente di rocce terziarie. — Per la divisione di questo complesso di terreno in diversi piani, la miglior guida che si possa prendere è il Pareto, che pubblicava nel 1865 sovra questi argomenti uno studio assai profondo e dettagliato.

La parte più antica del terreno eocenico in queste regioni occidentali d' Italia sarebbe rappresentata da numerosi strati a nummuliti, che ne' dintorni di Nizza riposano evidentemente sui calcari e sulle glaucomie ad Inocerami e Belemniti. Questi strati nummulitici constano talvolta di calcari nerastri di diversa struttura, ora di vere puddinghe, ora di arenarie come al colle di Tenda. La fauna di questi strati conterrebbe più di 362 specie di cui circa un terzo sarebbe rappresentata anche nell'eocene de' dintorni di Parigi, ma caso strano, nessuna delle nummuliti nizzarde si troverebbe in quest' ultima località, le specie comuni non appartenendo che ai lamellibranchi ed ai gasteropodi, mentre invece le nummuliti si ritrovano quasi tutte al mezzodì della Francia nei dintorni di Bajona e della Corbières. — Questi banchi dei dintorni di Nizza si ritrovano, ma molto meno fossiliferi, nelle alte montagne che accompagnano una parte del corso del Paglione, della Roja e della Tinea, e sono assai sviluppati sulla cima delle Alpi presso il lago di Lauzanier. Qui contengono numerose conchiglie e nummuliti fra cui una specie ben nota la *Numm. Biarritziana*: si immergono evidentemente sotto al macigno. Sul versante che guarda la valle del Po, occupano una estensione assai minore e non se ne veggon che alcuni lembi staccati sui contrafforti che accompagnano la valle della Stura.

La seconda divisione del terreno eocenico nell'Apennino è costituita dalla gran massa delle arenarie dette *Macigno*, con qualche locale alternanza di calcari e di scisti argillosi. Poverissima di fossili, quando si eccettui qualche *Condrites* e *Nemertites*, e composta generalmente di finissimi elementi, essa fu probabilmente deposta in acque assai profonde e lontane dal lido. — La potenza di questo piano è assai considerevole, e una gran parte delle più alte montagne dell' Apennino ne è intieramente formata. Così pure nel triangolo dal colle di Tenda al mare, questa roccia si erge a grandi altezze come p. es. nel M. Ceppo fra la Roia e l' Argentina alto metri 1630. La cresta dell'Apennino di Liguria e quasi tutto il complesso dei monti della Lunigiana, è costituita da queste arenarie che a monte Orsaio, Camporaghene, S. Pellegrino, e nella valle del Serchio si ergono a metri 2000. In queste località di Lunigiana, il macigno si trasforma talvolta in una roccia più grossolana, in una specie di piccolo conglomerato a ciottoletti di granito, provenienti da alcuni nuclei esistenti in quelle regioni nel bel mezzo delle rocce terziarie. — Questo piano del macigno tanto importante nella catena dell'Apennino, non manca neppure nelle grandi Alpi nella Svizzera ed in Savoja, dove si appoggia a quegli strati a nummuliti che hanno fornito il miglior criterio per riordinare l'arruffamento di terreni che si osserva in quelle località.

La terza divisione del terreno eocenico consterebbe di strati calcari ora compatti ed ora scistosi che ricoprono a non dubitare gli strati dell'arenaria ora descritta e che si ergono anch' essi a grandi altezze. Presso le sorgenti del Tanaro li vediamo a metri 2500, e ne' monti immediati a Genova cioè nei contrafforti fra

la Scrivia e la Trebbia a metri 1700. I resti organici che vi si trovano non sono che numerosissime impronte di fucoidi e dei solchi meandriformi attribuiti allo strisciamento del corpo di qualche Annelide sul fondo del mare. — Queste due ultime divisioni del terreno eocenico, costituiscono senza interruzione la spiaggia del Mediterraneo da Ventimiglia ad Albenga. Qui si interrompono e fino a Savona toccano il mare formazioni molto più antiche e che già conosciamo. Da Savona a Genova ricompajono i terreni eocenici accompagnati da grandi ammassi di rocce serpentinose che or descriveremo: e quindi essi formano tutto il nucleo principale dell'Apennino dell' Emilia e della Liguria orientale, lungo il lido della quale vanno ad immergersi nelle acque del Mediterraneo.

Nei dintorni di Genova e nell'Emilia questi terreni sono particolarmente interessanti perchè contengono moltissime rocce eruttive, serpentine, gabbri, eufotidi, ofioliti, contemporanee certamente de' calcari e delle arenarie che li contengono, e a loro si associa quella strana formazione conosciuta sotto il nome di argille scagliose di cui già toccammo parlando del terreno cretaceo e che ora più minutamente descriveremo. — Il primo ammasso di rocce serpentinose che incontrasi da chi proceda sul littorale venendo da occidente, si trova a Vado poco prima di Savona, ma è di poca importanza. Quindi presso Varagine si scorge un nucleo potente di un' eufotide prima scistosa, poi compatta e massiccia la quale forma i monti d'Invrea. A questa roccia si unisce una serpentina verde-scura, compattissima, che vi si è insinuata spaccandola. Quest' ultima roccia continua dietro Cogoleto ed Avenzano, e serpeggiando fra' banchi del macigno che ha assunto quasi l'aspetto di uno scisto cristallino, or manda al mare potentissimi dicchi, or si innalza sino alle cime delle montagne al nord di Avenzano e di Voltri, e al Monte Faiallo raggiunge l' altezza di circa metri 1200. Passa quindi sul versante Nord dell' Apennino formando una gran parte de' monti che dalle sorgenti dell' Olba si estendono fino ad Ovada.

Parallela a questa zona la quale può considerarsi come un dicco enorme diretto S. S. O.-N. N. E., esiste un'altra zona più stretta delle medesime rocce serpentinose, la quale comincia dopo Voltri e corre nello stesso senso della precedente dai monti sovra Prà ai monti presso all'origine della Polcevera. Questa zona comprende moltissime varietà di rocce serpentinose e in ispecial modo eufotidi e serpentine diallagiche; manda qualche ramo laterale che la congiunge colla zona precedente presso Campo e Rossiglione, e va quasi a toccare le colline mioceniche del Monferrato da cui è divisa soltanto da una striscia di scisti lucidi talcosi. — In questa massa serpentinosa e negli scisti che l' accompagnano, veggonsi dei filoni generalmente esigui di un quarzo cellulare ocraceo che contiene ferro e qualche granellino d' oro, ed è appunto nelle alluvioni che scendono direttamente da questi monti e dai colli terziari composti di detriti serpentinosi che facevasi una volta ricerca assai proficua di sabbie aurifere.

Avanzando verso levante incontrasi una terza zona serpentinosa la quale comincia poco prima di Genova al capo S. Andrea, e corre pei monti che fiancheggiano la sponda destra della Polcevera fino a Nostra Donna della Guardia. La serpentina propriamente detta ha minor parte in questa striscia, la quale è più particolarmente composta di rocce amfiboliche e dioritiche, ora marcatamente cristalline, ora disagregate e terrose, e tagliate da filoni a pasta e a cristalli di feldspato. Collegato pure a questa zona è un piccolo lembo di gesso che trovasi ad Isoverde in Polcevera tra calcari e gli scisti argillosi, dove appare evidente il fatto che la trasformazione del carbonato in solfato di calce è dovuta all' azione di vapori solfurei sviluppatisi all'epoca degli espandimenti delle roccie eruttive, poichè si può quasi seguitare passo a passo l' operazione, osservando come i calcari quanto più avvicinano il gesso tanto più si fanno porosi per l' effetto appunto dei vapori che li traversavano modificandoli. — Dipendenti ancora da questa zona son quei molteplici filoni e vene di quarzo che in vario senso attraversano gli scisti lucidi di una gran parte della riva destra della Polcevera e contribuiscono ad impartire alle rocce il carattere di un'antichità assai maggiore di quella che abbiano in realtà,

Passata questa terza zona e le immediate vicinanze di Genova, le rocce serpentinose non ricompariscono che al di là di Chiavari e nei monti alle spalle di Sestri di levante. Il primo nucleo di queste rocce sulla riviera orientale è quello dei monti fra la Casarsa e la Graveglia, fra le sorgenti della Vara da una parte e quelle della Sturla dall'altra, e che poi passa a Nord, interrompendosi però più volte, nei monti di S. Stefano d'Aveto, donde frequentissime diramazioni, in molta parte nascoste, si protendono sulle catene secondarie che si spingono alle pianure del Piacentino e del Parmigiano. Questi nuclei orientali di serpentina sono accompagnati da una grandissima quantità di brecce e di conglomerati, composti di brani delle rocce molteplici che si trovavano sul passaggio della corrente eruttiva al momento del suo espandimento, e che vennero insieme cementati dalla pasta stessa serpentinosa, o avvolti in una matrice diasprizzata al contatto delle serpentine.

Oltre questa prima zona di rocce eruttive, si incontrano, avanzando lungo la riviera, alcuni altri gruppi, e primieramente quello dei dintorni di Bracco, in cui predomina l'eufotide, quindi il gruppo di Levanto con bellissimi diaspri e filoni ferriferi, tracce di rame e manganese sublimati là dove la serpentina viene a contatto colle rocce sedimentari. Risalendo le valli della Vara e della Magra trovansi molti altri nuclei varj di potenza e apparentemente isolati l'uno dall'altro e che provano come tutta quest'ampia regione Apenninica sia stato teatro di molte e grandiose eruzioni. Circa l'età loro non lascia dubbio il fatto che in tutta la gran massa degli strati schiettamente eocenici, arenarie e calcari non trovasi mai nè un frammento, nè un ciottolo, nè un detrito serpentinoso che accenni alla preesistenza di questa roccia alla formazione di quei sedimenti, mentre invece nei terreni terziari più recenti, miocenici e pliocenici abbondano e i ciottoli e i detriti; pertanto la erusione di queste rocce amfiboliche deve appunto esser accaduta fra il chiudersi del periodo eocenico e l'albeggiare del miocenico.

Non meno frequenti e importanti dei giacimenti serpentinosi della Liguria son quelli che trovansi nell'Apennino dell'Emilia. È tutta una regione che porta lo stampo dell'attività eruttiva che si manifesta non solo con questi ammassi di rocce chiaramente eruttive, ma anche con altri prodotti che or ora esamineremo. — Nei dintorni di Porretta si ammirano tre monti conici ed isolati composti appunto di roccie serpentinose. Il primo è il così detto masso di Castelluccio. Consta di eufotide verde e rossastra, a larghe fessure riempite talvolta di dolomia: sorge a foggia di cono sulla linea che segna il versante occidentale del bacino della Porretta e si impianta colla base nelle argille scagliose. — Gli altri due monti simili a questo e per la natura della roccia e per rapporti geografici son quello di Castellina e il Sasso del Gaggio. È quest'ultimo un gran cono di eufotide, assai pittoresco e geologicamente interessante in modo speciale perchè vi si veggono contenuti nella roccia eruttiva de' frammenti di albarese, o calcare eocenico; prova irrefutabile e della natura eruttiva della roccia in cui furono impigliati, e dell'età della sua comparsa.

Intimamente collegata alle rocce serpentinose è un'altra formazione di natura assai problematica, quella delle argille scagliose, la quale ha nell'Apennino dell'Emilia una grandissima importanza, estendendosi lungo tutto il versante orientale e costituendo nel Bolognese, nel Modenese e nel Parmigiano la zona delle salse, dei petroli, delle emanazioni gazose. Sebbene sia indubitato che esistano argille scagliose di varie età, pure siccome par certo che nella loro massa principale debbano ascriversi ai terreni eocenici così le descriveremo fra questi. Constano esse di strati argillosi a superficie lucentissima e colorita: ciascun pezzetto per quanto sia piccolo, è un aggregato di tante scaglie che combaciando fra di loro, costituiscono un masso compatto, il quale però al minimo urto si scompone dividendosi in tante scagliuzze le quali a lor volta si scindono in scaglie sempre più piccole. Negli spaccati dei monti che constano di questa formazione, veggonsi negli strati grandi contorcimenti e giri e rigiri, e macchie vastissime grigie, rosse, verdi, nere, e in mezzo ad esse sporgono in quantità frammenti di altre roccie Sono brani di calcare a fucoidi, di marne compatte e di macigni sparsi entro le argille, mescolati senz'ordine a

spigoli e fratture acute e taglienti. L'argilla scagliosa è come una pasta che li avvolge e li lega, una pasta così densa che valse a tener separati e distanti gli uni dagli altri i frammenti involti e spezzati. — Non puossi avere il più piccolo dubbio che tutti que' frammenti costituivano degli strati potenti, continui ed orizzontali prima di essere fratturati e avvolti nella pasta argillosa. Sono quei medesimi terreni che in altre località formano tanta parte dell'Apennino, e che là dove esistono le argille scagliose hanno subito l'influsso di una causa potentemente disturbatrice. E l'azione di questa causa si rivela non solo guardando allo strato in complesso e ai mille frantumi che risultarono dalle sue rotture, ma bensì sovra ogni singolo frantume. Infatti sovra ognuno di questi le due superfici che costituivano il piano inferiore e il superiore nello strato in posizione normale, non sono continue e lisce, ma rivelano una serie di piccoli piani a diverso livello, una serie infine di piccoli salti, risultanti dallo scivolamento delle varie parti del masso l'una sull'altra. Se non che l'azione di un cemento dolomitico che si è insinuato nelle fessure ha impedito lo sfasciamento e così or possiamo vederne il processo impietrito e quasi colto sul fatto. Infiniti son pure nelle argille scagliose i fenomeni di infiltrazione, di sostituzione di minerali, specialmente di ossidi di ferro e di manganese; infine abbiamo tutto un complesso di fatti che accennano indubbiamente all'azione di forza eruttiva. Or dobbiamo notare che il lembo orientale dell'Apennino dell'Emilia è ancor oggi la sede di fenomeni eruttivi fra cui principalissimi l'esistenza di salse o vulcani di fango. Non potrebbero pertanto le argille scagliose essere il prodotto di vulcani di fango dell'epoca terziaria? Certamente i fenomeni che veggonsi nei microscopici vulcanetti di Sassuolo e di Nirano non potrebbero dare un'idea delle grandiose eruzioni da cui dovrebbero dipendere espandimenti così giganteschi, come quelli che or costituiscono le argille scagliose; ma se noi volgiam lo sguardo ad altra parte del globo e specialmente alle regioni del Caspio, abbiamo un quadro che si attaglia perfettamente al nostro caso. Vulcani grandiosi, isole intiere formate di fango, correnti gigantesche nulla vi manca, e non v'ha dubbio che nelle future età geologiche quella regione conterrà una mole di strati analoghi di potenza e di composizione a quelle del nostro Apennino. Se vogliamo figurarci l'Italia al finire dell'epoca eocenica dobbiamo imaginare già prominente dall'onde il profilo dell'Apennino. Lungo le sue creste e sul versante mediterraneo, le montagne furono più volte spezzate e sgorgavano lungo i loro fianchi le lave amfiboliche; sul versante Adriatico vaneggiava un ampio golfo, lungo il lido e sul fondo del quale correvano torrenti di fango bollente che nello sgorgare squarciava gli strati e portava seco i frammenti. Questa attività vulcanica andò mano mano calmandosi nell'età successiva e le salse attuali ne sono gli ultimi vestigi. Dovette però verificarsi ancora in vasta scala nel periodo successivo all'eocenico ed infatti una parte delle argille scagliose sono attribuite da' più autorevoli osservatori ai terreni miocenici. Di ciò fra breve quando avremo imparato a conoscere questi nuovi terreni nelle loro parti principali.

Sul calcare a fucoidi deposto probabilmente in mari di grande profondità e sovra i suoi strati piegati e rizzati riposano generalmente con inclinazione assai minore de' banchi potentissimi che devono essersi formati in mari poco profondi, in vicinanze a terre emerse assai considerevoli, su cui vivevano grandi mammiferi. Questi banchi, per la massima parte littorali e d'estuario son formati da puddinghe, da arenarie, e da marne con letti di lignite. I conglomerati si fanno anche assai potenti e contengono in gran numero conchiglie e polipaj di specie in parte eoceniche ed in parte mioceniche. Insieme a questi fossili si trova ancora qualche nummulite, e specialmente la *N. intermedia.* Questo piano che segue il passaggio dall' eocene al miocene è sviluppatissimo nella valle della Bormida. A Carcare, a Dego, a Coscinella, si trovano fossili in gran numero e sempre di specie miste, eoceniche e mioceniche. Abbondanti vi son pure le tracce di ligniti con conchiglie dei generi, *Cyrena*, *Melania*, *Dreissena*, che certo han vissuto nelle acque salmastre di estuari, sulle cui sponde pascolavano armenti di antracoterj.

Questo piano forma una zona molto estesa sia al piede dell'Apennino ligure, sia sovra alcune vette come anche intorno a certi isolotti di calcare a fucoidi che sono sparsi nel Monferrato lungo il Po, e nei dintorni di Tortona: e raggiunge anche un altezza considerevole finchè sul M. Maggio, presso Casella a tre ore da Genova è portato all'altezza di mille metri. Nei dintorni di Sassello i conglomerati occupano per un certo tratto la cresta della catena e discendono sul versante meridionale del Mediterraneo presso Celle. Qui negli strati inferiori si ritrovano, come pure un poco più all'ovest, presso S. Giustino dei banchi di lignite e giacimenti di piante fra cui notiamo una *Sequoia*, un pioppo, il *Laurus primigenius*, Ung. il *Cinnamomum Scheuzeri*, Heer, *C. lanceolatum*, Ung. *C. spectabile*, Heer, piante che trovansi anche nelle arenarie mioceniche della Svizzera. Sul medesimo versante mediterraneo abbiamo ancora il bacino lignitico di Cadibona ricchissimo di piante e di pachidermi, e finalmente all'est di Genova[1], la montagna di Portofino che si innalza improvvisamente fino all'altezza di 587 metri ed è tutto composta di conglomerati a grossi elementi.

Sul versante settentrionale dell'Apennino questo piano forma una zona quasi continua che segna il primo gradino su cui si pone il piede discendendo dalla cresta della catena. Circonda il bacino del Tanaro, della Bormida e della Scrivia, e le montagne che son formate da questi conglomerati raggiungono quasi tutte un'altezza che varia fra 800 e 900 metri; così abbiamo il M. Brisco presso Voltaggio alto 801 m. l'Alpe di Faccone fra il Lemmo e la Scrivia, il m. Tiggiù, 866 m. il M. di Gavo, 957 m. i quali formano quasi un arco di cerchio, e segnano il limite del golfo miocenico. — La suddivisione inferiore di questo piano, quelli cioè in cui trovansi qua e là dei lembi di terreno lacustre non raggiunge le altezze delle grandi masse di conglomerato, non superando i 500 metri, ed è a notarsi che questi depositi d'acqua dolce e salmastra trovansi solo al piede della gran catena apenninica o nelle parti che corrispondono ai seni più interni del golfo miocenico, cioè nelle alte valli della Scrivia, del Tanaro e della Bormida, e non mai presso gli isolotti di calcare eocenico che affiorano nel Monferrato. Questo fatto ci insegna che l'estensione massima di terra emersa corrispondeva all'area dove sorgeva la catena centrale e che su quella abitavano i mammiferi e sorgevano le selve di cui trovansi le tracce nei bonchi di argille e di ligniti. Questa terra constava all'ovest delle rocce secondarie e paleozoiche delle Alpi marittime, all'est di rocce eoceniche nelle quali già s'erano in gran parte avverati gli espandimenti di serpentina. Infatti i ciottoli di quest'ultima roccia trovansi in abbondanza e nelle arenarie e nei conglomerati. Questi conglomerati, per la grossezza degli elementi di cui si compongono e per la natura delle conchiglie che vi sono contenute, siamo indotti a crederli formati a non molta distanza dalla spiaggia; e circa il loro modo di formazione citeremo or ora l'opinione del Castaldi. Intanto per le loro età sembra fuor di dubbio costituiscano il piano di passaggio fra l'eocene ed il miocene, poichè contengono in gran copia fossili appartenenti ai due terreni, però con decisa prevalenza delle specie mioceniche. Infatti sommando insieme le diverse liste di fossili date da Pareto, Sismonda, Gastaldi si hanno 190 specie di invertebrati, delle quali 130 sarebbero mioceniche e 52 eoceniche. — Una località in cui i conglomerati acquistano grandi dimensioni ed importanza è la collina di Superga presso Torino, donde si protendono all'est sui colli del Monferrato, a Crea, a Villadeati, impiccolendosi e nella grossezza degli strati e in quella degli elementi di cui si empiono. Questi elementi vengono dal Gastaldi che ha fatto su questa formazione uno studio accuratissimo divisi in due categorie: la prima consta degli elementi che provengono dalle Alpi e sono protogini, dioriti identiche a quelle d'Ivrea e di Valsesia, porfidi quarziferi dei dintorni di Biella, calcari di Gozzano sul lago d'Orta. La seconda degli elementi provenienti dall'Apennino e sono calcari a fucoidi, brecciole porfiriche, arenarie con combustibili fossili, diaspri e finalmente numerosissimi ciottoli di serpentino, che in parte potranno anche essere discesi dalle Alpi, ma per la massima parte furono strappati dagli strati apenninici. Tutti questi massi han dovuto percorrere distanze da 50 a 100 e più chilometri per aggrupparsi insieme nelle località dove essi si

trovano. Come ciò avvenne? Qual fu la forza che li spinse e chi li addusse? Basta per spiegare il fenomeno, l'ipotesi di grandi correnti torrenziali? Il Gastaldi nol crede e propone l'ardita idea di ammettere un periodo glaciale anche nell' età miocenica ed il trasporto di quella ingente congerie di massi sarebbe dovuta o alla azione di glacciaj discendenti dalle montagne, od a quella di zattere di ghiaccio galleggianti sulle acque del golfo Adriatico. Le ragioni addotte dal Gastaldi sembrano assai convincenti, ma però sta contro a lui il fatto che il fenomeno di un'epoca glaciale miocenica in una regione dell'Italia settentrionale, sarebbe finora un fenomeno affatto isolato, senza riscontro in altri paesi, ciò che invero parrebbe strano trattandosi di un fenomeno che non può dipendere che da cause grandiose e telluriche.

Questo piano del miocene inferiore si potrebbe certo seguire lungo tutto l'Apennino. Infatti nel Modenese sovrapposte alle argille scagliose che occupano, come sappiamo sì vasta estensione trovansi arenarie e conglomerati, come a Castelnuovo de'Monti, a Montebabbio e Rondinara presso Scandiano e continua nell'Apennino Bolognese dove venne eccellentemente studiato dal Bianconi e dove assume la forma di un arenaria o macigno sovrincombente alle argille scagliose, e che dev' essere tenuto distinto dal macigno eocenico il quale non manca neppur esso in quelle montagne, formando unitamente ai calcari il pavimento delle argille.

Superiormente agli strati del miocene inferiore che constano, come vedemmo in gran parte di conglomerati ed arenarie a grossi elementi, e formati in mari poco profondi, sorse sul versante settentrionale dell'Apennino una massa di strati in cui le particelle costituenti sono assai sottili e scarsissimi i fossili. Questa formazione che costituisce il miocene medio, si palesa sovra un vasto tratto nelle alte colline chiamate le Langhe che sono attraversate dalle valli del Belbo e della Bormida, come anche in una parte delle alture che costeggiano la Scrivia, il Curone e la Staffora. Questo piano è pure assai sviluppato nelle colline del Monferrato, da Superga a Casale e Valenza e sempre si distingue per la presenza di marne sabbiose grigiastre accompagnate da qualche esiguo strato di arenaria. La fauna che vi si contiene è assai scarsa ed ha ancora la più stretta somiglianza con quella del piano inferiore. Le colline di Torino e i dintorni di Sciolze nel Monferrato sono le località dove rivelasi in massima ricchezza. Nella valle della Scrivia appartengono a questo piano le marne e le arenarie che appoggiandosi ai conglomerati corrono da Rigoroso ad Arquata e fin al piede del colle del castello di Serravalle. La maggiore altezza raggiunta da questo piano sembra essere di circa 700 metri e ciò nelle valli che sboccano in quella della Staffora.

Appartengono pure a questo piano nell'Apennino dell'Emilia le arenarie che trovansi all'incontro della valle del Cervo con quella del Taro, alcune altre che trovansi lungo la via da Castelnuovo de'Monti a Reggio, e lungo l'altra da Paullo a Sassuolo, ed altre ancora che veggonsi nella valle del Reno.

Nella loro porzione più elevata, queste marne grigie alternano con degli strati sabbiosi giallastri, ed è a questo livello che va collocato il principio della terza suddivisione del terreno miocenico. Questo piano si presenta in tutta la sua potenza nelle valli della Scrivia presso Serravalle dove forma all'est e all'ovest del borgo una barriera di alte colline. Sono sabbie giallastre, quarzose agglutinate da un cemento calcare; gli strati sono assai potenti e contengono numerosi frammenti di conchiglie, di echinodermi e di polipaj; così che questo deposito dà l'imagine di una spiaggia sabbiosa su cui l'onda gittava i frammenti delle conchiglie. Notiamo fra queste alcune Terebratule, la *T. vitrea* e la *T. miocenica*, Michel. delle piccole ostriche, dei Pettini e qualche dente di Squalo. — Questa zona si può seguire sovra un ampio tratto. All'est di Serravalle le sabbie giallastre corrono variando d'altezza da 450 a 650 metri sino alla valle della Staffora, e più all'est ancora nelle diramazioni del monte Penice. All'ovest di Serravalle passano a Savi, a Parodi, a Castelletto, all'Olba, a Orsera, sulla destra della Bormida, poi sulla via da Acqui a Nizza, quindi piegando a sud-ovest vanno a formare le colline fra Dogliani e Murazzano. — All'infuori di questa lunga zona, hannovi dei nuclei isolati di questo piano nei dintorni di Tortona e precisamente sull'altura dov'è situata l'antica fortezza. Quindi

passando sulla sinistra del Tanaro, lo ritroviamo nel capo di M. Castello, la punta più orientale delle colline del Monferrato. Avanzando verso ovest lo vediamo a Vignale, quindi a S. Bartolomeo di Terrugia, dove le sabbie gialle contengono in abbondanza denti di squalo, ostriche, e dei frammenti di legno carbonizzato: inoltre aculei di echinodermi e resti di polipaj. Il medesimo giacimento rivedesi ad Ottiglio dove alle ostriche e ai polipi si uniscono gli avanzi di cirripedi fra cui notiamo il *Balanus tintinnabulum*, Brocch. Abbiamo quindi le sabbie serpentinose di Moncucco, di Cinzano, di Pino fra Torino e Chieri, riboccanti di frammenti di conchiglie e polipaj.

Generalmente gli strati di questo piano sono ancora molto inclinati, però lo sono meno degli strati inferiori e segnano il passaggio alla quasi completa orizzontalità dei piani pliocenici.

Fuori del Piemonte le traccie di questo piano non vennero constatate con sicurezza. Si potrebbero forse comprendervi i banchi sabbiosi di Rocca del Gisio presso Pianello nel Piacentino, ed altri banchi assai inclinati dei dintorni di Tabbiano. Più lungi, alle falde degli Apennini del Bolognese e delle Marche, sembra impossibile il separare questi strati dal miocene superiore da quelli del pliocene inferiore, che vi sono assai potenti.

Sul versante meridionale dell'Apennino questo piano sembra non si riveli che in una piccola depressione che corre da Cogoleto ad Avenzano addossato alla catena serpentinosa di Varagine e di Voltri. In quelle piccole depressioni si accumularono primieramente i conglomerati e le arenarie, indi le marne sabbiose, poi le sabbie giallastre del miocene superiore colla solita ricchezza di frammenti di ostriche, di polipaj e di echinodermi.

Abbiamo detto altrove che le argille scagliose occupano diversi livelli negli strati terziari, e che sebbene diminuite di intensità, le eruzioni fangose si verificarono anche nelle età che successero all'eocene. I dintorni di Modena e di Reggio offrono i più chiari esempi della esistenza di argille scagliose mioceniche. Così nella località di Monte Gibio, si osserva che tra la parete meridionale di esso, composta degli strati del miocene superiore, e il M. Bavanzone che gli è posto a mezzodì e che consta di formazioni fossiliferi dell'eocene medio corre una stretta valle colmata dalle argille scagliose le quali evidentemente si interpongono fra i due piani del miocene. La parete stessa del M. Gibio consta superiormente di conglomerati, quindi di una molassa giallastra, poi di uno straterello di argille scagliose, a cui succedono altri banchi di arenarie. Queste posano sovra le argille scagliose; finalmente vedesi un potente ammasso argilloso con numerosi fossili miocenici, anch'esso però interrotto due volte da interstrati di argille scagliose.

Ora, avanzando sul nostro cammino indaghiamo le traccie del terreno eocenico e miocenico in Toscana e cominciamo dal golfo della Spezia. — L'arenaria eocenica che conosciamo sotto il nome di macigno, e che abbiam veduto formare tutta la costiera orientale della Liguria, si protende nella penisola che limita ad ovest il golfo della Spezia, formando tutta la costiera detta delle Cinque Terre. Da un lato il macigno si immerge nel mare, dall'altro confina con una tenue striscia di terreno cretaceo, a cui succedono più ad est quei famosi ammassi liasici e infraliasici che abbiamo ampiamente descritto. Il macigno di questa località potrebbe scindersi in tre sezioni; superiormente è un'arenaria finissima, quindi un'arenaria più grossolana, e inferiormente è una puddinga a grossi elementi.

Progredendo dalla costa delle Cinque Terre verso oriente, oltrepassata la zona dei terreni secondari, si rientra nella regione occupata dall'eocene, la quale ha per confini a sud primieramente le acque del golfo, indi le rocce secondarie della sponda orientale, e all' est il corso della Magra. Il punto più alto a cui arriva il macigno è quello di Polverara al nord della Spezia dove tocca i 618 metri, e poco lungi da questa località lo si osserva injettato da rocce serpentinose, propagini dei grandi espandimenti che conosciamo. Un altro piccolo bacino di rocce eoceniche è quello che trovasi sulla costa presso la Punta della Galera, che comprende il M. Canarbino, circondato da calcari infraliasici, cretacei e triasici.

Abbiamo finalmente la grande zona che si allarga sulla sinistra della Magra. Il limite occidentale di questa zona è segnato da una striscia di rocce mioceniche che seguono il corso della Magra, e il limite orientale dalle rocce secondarie e paleozoiche delle Alpi Apuane. È composta per la massima parte di macigno; vi si trovano però anche alcuni strati di calcari con impronte di fucoidi e nemertiliti.

Col finire del periodo eocenico, scrive il Capellini, le montagne dei dintorni del golfo aveano press' a poco acquistata la configurazione che presentano anche oggidì.... Una lussureggiante vegetazione arborea la quale, per il suo insieme dovea assomigliare grandemente a quella che si riscontra nelle foreste, non ancora distrutte dell' America settentrionale, ben presto ricopriva non solo le circostanti montagne, ma tutta quella parte dell'Apennino che, per l'epoca del sollevamento, possiamo dire contemporanea delle montagne del golfo. La grande vallata della Magra dovea essere solcata da un fiume maestoso, la cui foce costituiva un golfo non perfettamente libero, ma piuttosto occupato da lagune entro le quali stagnavano le acque dolci miste alle salmastre, e venivano a depositarsi i materiali trasportati dai corsi d'acqua che recano anche oggidì il loro tributo alla Magra.

Le alluvioni potentissime che imgombrano la valle attuale coprono naturalmente il fondo composto dai sedimenti miocenici, così che questi ci sarebbero completamente ignoti se per un parziale sollevamento essi non affiorassero fra gli strati alluvionali e le formazioni eoceniche per un tratto che corre lungo la sinistra del fiume passando all' est di Sarzana. Consistono essi di arenarie e contengono dei banchi di lignite da cui si estrasse tutta una flora assai interessante composta di alcune specie di *Juglans*, *Sequoia*, *Cinnamomum*, e quercie, lauri, pioppi, faggi, platani, ecc.

In Toscana le formazioni eoceniche sono potentemente sviluppate, e tutta la gran catena Apenninica sino a circa l'altezza di S. Sepolcro consta intieramente di queste rocce. Se non che l'esistenza di arenarie e di calcari, così detti albaresi, anche nel sottostante piano della Cresa resero assai difficile l'orientarsi e fu origine di molte confusioni. Ora è posto come fatto incontrastabile che tutto ciò che è sottoposto alle formazioni contenenti nummuliti appartiene alla Creta. Presso Pistoja nella valle dell'Ombrone gli strati a nummuliti posano sovra calcari contenenti Inocerami, quindi indubbiamente cretacei. — Uno spaccato che pone in chiara luce la successione dei terreni in queste regioni è quello condotto dall'Arno a Mosciano presso Firenze. In queste regioni e più specialmente nei dintorni di Prato va notata la frequenza delle emersioni serpentinose, serpentine nerissime ed eufotidi dell'aspetto granitico. Le alluvioni dell'Arno posano sovra una piccola anticlinale di calcare alberese, contenente fucoidi, calcare che dovrebb' essere sincrono degli analoghi calcari di Lombardia; sulla gamba opposta della anticlinale poggiano scisti argillosi variegati o galestri; quindi degli esigui banchi di arenarie, poscia calcari assai potenti con nummuliti e finalmente la gran massa di macigno. — Ascendendo la valle dell'Arno al disopra di Firenze e specialmente fra Pontassieve e l'Incisa si veggono ondeggiamenti di calcari alberesi su cui si appoggiano vaste masse di macigno, che poi si svolgono ancora più potenti verso levante avvicinandosi alla cresta della catena. Il M. Consuma presso le sorgenti dell'Arno oltre che di macigno consta pur anche di calcari nummulitici. Le grandi masse di macigno che occupano i fianchi della valle superiore del Tevere vicino ad Arezzo, donde si spingono sino ai dintorni di Perugia, si ponno seguire lungo la cresta dei più alti Apennini. Tra Arezzo e Perugia il macigno potentissimo forma i monti della sponda orientale del Trasimeno. Assai importante per chi voglia formarsi un concetto delle disposizioni dei terreni Apennini in queste regioni è lo spaccato condotto dalla strada da Arezzo a Fano. Attraversato il piano alluvionale dell'Arno si ascende la catena che separa la valle dell'Arno da quella del Tevere. Primieramente trovasi una serie di scisti argillosi alternanti con arenarie giallastre probabilmente appartenenti al miocene, quindi altri banchi potentissimi di un'arenaria che è il macigno eocenico a cui succedono degli strati di calcare alberese; questo complesso di rocce forma un'anticlinale, su cui nella valle del fiume Sovara posano ancora gli scisti del miocene.

Ricompajono poscia le arenarie eoceniche e quindi si scende nella valle del Tevere tutta coperta da sedimenti alluvionali e che evidentemente corre fra due anticlinali parallele, quella già descritta ed una seconda posta più all'est. Le falde del M. Giove che appartiene a quest'ultima sono coperte da scisti, marne ed argille in parte mioceniche, ma in parte più recenti ancora. Il nucleo del monte è formato dalle solite rocce eoceniche le quali, sul versante orientale si celano sotto le formazioni mioceniche del bacino d'Urbania che contengono potenti ammassi di gesso e che forniscono una ricca messe di fossili, pesci, insetti e piante indubbiamente di fauna e di flora miocenica. I monti d'Urbino che succedono più all'est constano ancora di arenarie eoceniche, formano una terza anticlinale oltre la quale ricompajono ancora i terreni più giovani nella valle del Metauro. Ma a Fossombrone i primi affiorano di nuovo e qui si appoggiano a quel complesso di rocce secondarie che già abbiamo descritto parlando del passo del Furlo.

Or prima di procedere oltre a descrivere la catena centrale, diamo un'occhiata alle altre regioni di Toscana. Primieramente la valle dell' Arno corre fra monti composti alla base dai calcari e dai galestri cretacei, ma nelle loro masse principali di rocce eoceniche. Questi monti eocenici che lasciano generalmente assai largo il fondo della valle, la quale noi vedremo più avanti, fu in epoca relativamente recente un gran lago, vengono quasi a contatto fra Empoli e Firenze dove è aperta la stretta gora della Gomfolina. Se questa si rinchiudesse la valle dell'Arno si rimuterebbe di nuovo in un lago. I monti Albani sulla destra del fiume constano dunque anch'essi sulle pendici meridionali di rocce eoceniche le quali a Nord si appoggiano ai calcari liasici e triasici di Monsummano.

Nella Toscana occidentale le rocce dell'eocene e del miocene sono attraversate e sconvolte da numerose e potenti injezioni di rocce serpentinose. La regione frapposta fra l'Arno e l'Ombrone è il campo nel quale la mescolanza delle rocce si avvera con maggior frequenza. Partendo dalla sponda del mare possiamo segnare tre catene parallele dirette approssimativamente NO-SE. La prima è quella che va da Livorno a Rosignano, la seconda da Colle Montanino a Riparbella, passando per M. Vaso e Castellina, la terza da Miemo si estende a M. Catini. Inoltre abbiamo nell'alta valle della Cecina e al sud di questo fiume i gruppi di Libbiano, Querceto, M. Cerboli Terrazzano che vanno ad unirsi col gruppo di Campiglia. In generale queste piccole catene rappresentano una serie di nuclei ofiolitici sui cui fianchi giacciono gli strati dell'eocene mentre sul fondo delle valli posano i più giovani sedimenti de'mari miocenici e pliocenici. Ciò è quanto si osserva nella valle della Fine fra le prime due catene, ed anche in quella dell'Era fra le catene di Miemo e M. Catini e un'altra che da Montajone e Gambassi si protende fino alla Nera presso Volterra. — Le rocce eruttive di queste regioni si distinguono in due grandi sezioni e sono le serpentine diallagiche od ofioliti e le eufotidi ed è evidentissimo che le seconde sono posteriori alle prime. Come avvenne in tutte le altre località le eruzioni serpentinose anche in questa avvennero durante l'epoca eocenica. L'eufotide o granitone consta di una pasta feldspatica con cristalli di diallagio. Talvolta costituisce da solo cupole dirupate e pittoresche che sorgono in mezzo agli strati più recenti dell'eocene; ma più spesso si trova vicino alla ofiolite che attraversa con dicchi, con filoni, con vene, compenetrandola talvolta in modo da prodursi una roccia affatto speciale e caratteristica conosciuta in Toscana sotto il nome di *ranocchiaja*. — In tutta questa regione, gli strati miocenici non sono meno potenti delle arenarie e dei calcari eocenici. Il suolo della valle della Cecina dal mare fino alla pliocenica collina di Volterra è formato da argille con fossili miocenici, ed è inferiormente a queste argille che trovansi gli strati gessosi, le lenti di alabastro, e gli ammassi di sale del Volterrano.

Avanzando a sud entriamo nella provincia di Grosseto dove i terreni eocenici specialmente sotto la forma di macigno e di calcari alberesi sono assai potenti. Possiamo anzi dire che eccettuati pochi punti in cui affiorano come a Gerfalco, a Gavorrano, e nelle elissoidi di M. Argentaro, Capalbio ed Uccellina, e nel gruppo di M. Orsaio, terreni secondari e paleozoici, il resto della provincia è tutto costi-

tuito da rocce eoceniche, sulle quali poi posano qua e là dei giacimenti di arenarie e di sabbie mioceniche e plioceniche. Così è tutta eocenica la catena che separa il corso dell'Albegna da quella dell'Ombrone eocenica la regione in cui corre quest'ultimo fiume dall'altezza di Grosseto fido al nord di Paganico; eoceniche infine tutte le alture che dal lido si dirigono a NE. verso Massa e da Massa ai poggi di Montieri, di Gerfalco e al confine colla provincia di Siena. Fra quelle rocce eoceniche va pure annoverato un calcare con nummuliti che si scorge principalmente nei dintorni di Pitigliano, di Manciano, di Marsiliano e in qualche altra località, ma non sembra acquisti una grande importanza. — Il terreno miocenico è sparso a macchie assai considerevoli, specialmente nei dintorni di Massa, e più a sud in quelli di Soreno e di Manciano. Consta di argille, di conglomerati, e di calcari bituminosi che racchiudono fossili in gran copia. Famoso per le sue ligniti è M. Bamboli presso Massa. Quivi i calcari fetidi, lignitiferi posano sovra gli strati dell'eocenico alberese, e sostengono degli ammassi di un conglomerato serpentinoso che forma la vetta del colle. — Le rocce eruttive, serpentini, eufotidi, granitoni si presentano anche in questa provincia coll'ordine medesimo di eruzione che osservammo nelle limitrofe regioni. Cioè, le prime sgorgarono nella prima parte del periodo eocenico ed hanno quindi attraversati e sconvolti i calcari alberesi e i macigni, ma le seconde sono più recenti e datano dal periodo miocenico. Interessantissimo per questo rapporto sono i dintorni di Rocca Federighi e M. Marsi e Sasso Forte, dove si osserva una stupenda alternanza di rocce sedimentari, calcari alberesi e lignitiferi, con tutte le varietà delle rocce eruttive, la più antica essendo appunto la serpentina e la più giovane una trachite che le ha tutte attraversate e che è sincrona della gran massa trachitica del M. Amiata, e quindi probabilmente pliocenica.

Nella provincia di Siena le rocce eoceniche, macigni e calcari costituiscono la catena che separa le valli dell'Ombrone e dell'Asso dalla valle di Chiana, e vi raggiungono la massima altezza di 830 metri nel M. Luco del Chianti. Quindi queste formazioni girando intorno alla Montagnola di Siena, costituita come sappiamo da rocce cretacee e giuresi, e sottostando ai travertini e alle argille di Poggibonsi e S. Gimignano, ricompajono nelle alture che dividono la provincia di Siena da quella di Pisa e di Grosseto e si estendono grandemente intorno a Chiusdino e a Montalcino, d'onde passano a circondare il fianco occidentale del trachitico M. Amiata. In mezzo a questa zona eocenica sorgono qua e là dei piccoli nuclei serpentinosi, quali sarebbero quelli di S. Martino presso S. Gimignano, delle Galleraie, di Mensano e più a sud i colli di Crevole, dove vedesi la serpentina injettata dall'eufotide e quelli di Vallerano. — Le formazioni mioceniche nella provincia di Siena affiorano in poche località essendo nascoste dalla gran mole delle argille e delle sabbie plioceniche. Fra Radiconcoli e Chiusdino constano di marne argillose contenenti pregiati alabastri, ma pochi fossili, ma questi invece trovansi assai frequenti nell'altura vicina a Palazzone e vi si contano echinoderni e molluschi. Più a Nord lungo il torrente Cellore, il terreno miocenico si compone superiormente di un conglomerato a ciottoli calcarei a cui succedono degli scisti e quindi un copioso giacimento di lignite, che mantiene i medesimi fossili di quelli di M. Bamboli. Fossilifero è pure un altro piccolo lembo di arenarie mioceniche che trovasi nella regione occidentale della provincia in vicinanza di Rapolano.

La parte centrale e più alta della catena Apenninica dall'altezza di S. Sepolcro fino ai monti Sibillini, consta come sappiamo in grandissima parte di formazioni giuresi e cretacee. Nel versante occidentale queste medesime rocce formano tutto il rilievo di Corni, di Spoleto delle montagne Sabine. Le rocce eoceniche si scaglionano sul versante orientale fra i terreni secondarii e i terziari più recenti, ma nei gruppi che si protendono al sud dei monti Sibillini, come pure in quelle catene che limitano le valli del Sacco e del Teverone si alzano a considerevole altezza. Litologicamente, il terreno eocenico in questa regione si presenta sempre sotto le solite forme di calcari nummulitici, in qualche località riboccanti di fossili, di calcari alberesi e sopratutto di macigno che vi è vario d'aspetto, di colore e di grossezza degli elementi. Questa formazione che, come abbiam detto, fino ai monti Sibillini

corre sul versante orientale della catena, assume proporzioni enormi nel gruppo del Pizzo di Sivo posto sulla destra del Tronto, di faccia al monte Vettore che costituisce la sponda opposta del fiume. La catena del Sivo corre da nord-ovest a sud-est i banchi del macigno, hanno uno spessore di 20 metri e si ergono fino all' altezza di 2400 metri. Queste medesime rocce vanno a gittarsi contro il colosso del Sasso d'Italia di cui cingono la base e ricompaiono pure anche più a sud nel monte della Majella su cui evidentemente si appoggiano ai calcari ippuritici. In tutta questa regione la serie eocenica è soggetta a molte variazioni. Talvolta vi è mancante il calcare alberese, ed allora il macigno e gli strati nummulitici vengono a immediato contatto. Più spesso sono questi ultimi che mancano, ed allora diventa assai difficile il segnare la separazione fra i terreni dell' eocene e quelli della creta. Le rocce eoceniche superiori contengono scarsissimi fossili, quando si eccettuino le fucoidi che sono invece così comuni nei calcari di quest'epoca da un capo all'altro d'Italia.

I terreni miocenici si scaglionano essi pure lungo il versante orientale della grande catena e formano gran parte del rilievo sino alla linea lungo la quale si celano sotto la gran massa dei sedimenti pliocenici. Constano dal basso all' alto di un' arenaria quarzosa giallastra alternante con marne scistose; di marne fissili ricchissime di pesci, ed altri fossili, insetti, e piante e di grandi ammassi di gesso; e di un altro strato di arenaria quarzosa. E in queste formazioni mioceniche che si trovano per la massima parte i giacimenti di zolfo così spessi e potenti del versante orientale dell'Apennino.

Un spaccato assai istruttivo per la disposizione dei terreni in queste regioni è quello che abbiam riprodotto dalle memorie di Spada e Orsini e che corre dall'altipiano di Norcia al monte de'Fiori presso l'Adriatico con direzione ovest-est. Vi si scorge perfettamente come i terreni eocenici e miocenici ci si adagino in tutte le parti più basse del rilievo e rivestano le falde della grande catena. All'epoca in cui quei sedimenti si deponevano, questa già doveva esser disegnata nelle sue linee principali; ma certo non raggiunse la sua altezza attuale che mercè di un sollevamento poseocenico, il quale fu almeno in alcuni punti di un'enorme potenza, come ce lo attesta la gran massa del Pizzo di Sivo. — Il medesimo fatto della presenza di rocce eoceniche nelle vallate e alle falde delle montagne si verifica egualmente frammezzo alle catene cretacee che accompagnano le sponde occidentali d' Italia. Così attraversando la catena interposta fra Palestrina e Subiaco si scorge in prima il calcare ippuritico che forma un gran dirupo verso la campagna. Ma presso Olevano gli si addossa un altro calcare sabbioso riboccante di nummuliti e di Pettini. Indi succedono grandi banchi di macigno, il quale forma il suolo della valle in cui giace Subiaco dove per altro è coperto da un conglomerato a strati orizzontali e assai più recente. Le medesime disposizioni osservasi a Ferentino, a Anagni e in molte altre località di quel gruppo di monti che fa irta questa parte centrale della penisola. Il rilievo consta nella sua massa maggiore di rocce secondarie e più specialmente giuresi a nord, cretacee a sud; i terreni terziari più antichi entrano anch'essi come parte essenziale del sollevamento, sebbene non vi raggiungono se non in alcuni casi isolati le vaste proporzioni che osservammo nell'Apennino settentrionale; nelle bassure e sul fondo delle valli posano i sedimenti pliocenici e quaternarii che conosceremo più tardi. — Due altre località isolate in cui si veggono gli strati dell'eocene sono sulla sponda del Mediterraneo il gruppo de'monti della Tolfa presso Civitavecchia, dove sulle trachiti posano calcari ed arenarie che sembrano di quell'epoca; sulla sponda Adriatica il promontorio del Gargano, dove a calcari ippuritici che ne costituiscono l'ossatura si addossano dei banchi riboccant di nummuliti.

L'identica disposizione si rileva in tutto l'Apennino meridionale. Il nodo principale e più alto della catena, è costituito in grandissima parte dai calcari cretacei, ma questi si addossano più o meno potenti le formazioni dell'eocene che vanno poi a nascondersi sotto le grandi pianure di sabbia e di argille plioceniche che formano le Puglie e la Basilicata, o sotto agli strati di tufi vulcanici che dai dintorni di Napoli si allargano nei due Principati e nella Terra di Lavoro. Così come altrove dimostrammo, la catena cretacea dell' Apennino all'altezza d'Isernia devia dalla sua di-

rezione nord-ovest sud-est, per piegare direttamente da nord a sud passando pei monti di Piedimonte, pel picco del Taburno, pei monti d'Avellino fino alla penisola di Castellamare. Invece i monti che si frappongono fra Isernia e Campobasso constano di macigni e di calcari eocenici e correndo verso sud-est vanno a congiungersi ai monti di Ariano e di Trevico i quali constano di formazioni più recenti ancora posate sovra quelle rocce che si rivelano infatti alla loro base. Tutto intorno al colle d'Ariano sono assai sviluppate le argille scagliose, ed anche i calcari nummulitici i quali poi si prolungano sino a Bovino dove si nascondono sotto al suolo del Tavoliere di Puglia. — Le formazioni eoceniche e con esse quelle dei terreni più recenti vengono quindi interrotte dalla catena di calcari cretacei che partendo dalla penisola di Castellamare si dirige ad est passando pei monti di Muro e va a congiungersi colle Murgie. Ma al sud di questa catena trasversale ricompajono i calcari e le arenarie dell'eocene ne'monti che circondano Potenza, a cui si appoggiano le colline plioceniche degradanti nel gran piano di Basilicata. — Quasi interamente cretacea è la catena che dipartendosi da quella di Castellamare corre verso sud-est fino all' altezza di Castrovillari oltre il qual punto appajono le rocce paleozoiche della Calabria. Lungo il versante orientale di questa catena vedesi ancora un gruppo di rocce eoceniche che sono propagini di quelle di Potenza e che formano i colli, i quali dividono la pianura pliocenica di Basilicata, da quella egualmente pliocenica in cui corre il Crati.

Nell'isola di Sardegna il terreno eocenico, assente come il cretaceo, dal centro dell'isola può dividersi in due sezioni; il gruppo a nummuliti della costa orientale, e i calcari a gasteropodi della costa occidentale. — Il punto più settentrionale in cui trovasi il primo è la regione vicina al villaggio di Orosei. Il terreno nummulitico qui si appoggia con stratificazione concordante ai calcari ippuritici del monte di Galtelli, e consta dal basso all'alto di una breccia calcare, di un calcare marnoso e di una puddinga a ciottoli granitici. Tutti e tre questi piani contengono le nummuliti. La puddinga granitica è coperta dai banchi orizzontali delle argille plioceniche su cui si espansero le correnti di basalte. — Al sud del piccolo giacimento d'Orosei havvi un altro ammasso di rocce nummulitiche, egualmente isolato, ma assai più potente ed è quello che costituisce l'altipiano del monte Cardiga. Ha una circonferenza di circa 20 miglia e dal suo mezzo si innalza un altro colle, che finisce anch'esso con un piano perfettamente orizzontale, e il tutto ha un'altezza di 696^{m}. Ivi le formazioni nummulitiche constano al basso di arenarie e di calcari riboccanti di fossili e in alto di un'arenaria quarzosa. Ma notisi che le rocce terziarie posano direttamente sugli scisti siluriani senza l'intermezzo di alcuna roccia secondaria. Osservasi lo stesso fatto in un altro piccolo nucleo quello di Escalaplanu posto sulla destra della Flumendosa dove gli strati eocenici perfettamente orizzontali veggonsi posare sovra gli strati quasi verticali degli scisti siluriani. Fra i fossili oltre le nummuliti si contano alcuni acefali e frequenti echinodermi, e presso Escalaplanu havvi un banco tutto formato dalle conchiglie dei Cerizj.

Assai più importanti sono i gruppi eocenici della costa occidentale. Trovansi essi in quell'estrema regione montuosa, la quale è divisa dal resto dell'isola dalla bassura che corre fra il golfo d'Oristano e quello di Cagliari. Formano alcuni nuclei distinti, i cui terreni posano invariabilmente sugli scisti siluriani e sono qua e là coperti da grandiosi espandimenti di trachiti. Il nucleo più meridionale è quello di Monte Narcao. Ivi sulle testate degli scisti posano delle puddinghe quarzose, dei banchi di calcari bituminosi, delle arenarie assai varie di colori e di grossezza di elementi. Questi strati sono sollevati e su essi giacciono in posizione orizzontale dei banchi potenti di brecciuole trachitiche incoronate a lor volta da uno strato di trachite. Più a nord havvi un altro gruppo eocenico di arenarie e di puddinghe che si allarga al sud-est di Iglesias. Interessantissimi in questa regione sono i due colli isolati di Giojosaguardia e di monte Exi, i quali constano di due grandi dicchi di trachite che hanno tagliati gli strati eocenici, ma lasciando intatti i loro vicendevoli rapporti, così che da un lato e dall'altro del dicco si può segnare la continuazione del medesimo strato. Ma la località più importante per lo studio del

terreno eocenico è quella di Terra Segada, posta al sud di Gonnessa. Qui gli strati eocenici, poggianti sovra gli scisti constano dal basso all'alto di puddinghe, di calcari che rammentano gli alberesi toscani, di calcari zeppi di foraminifere, di calcari bituminosi con moltissimi Cerizj, fra cui il caratteristico *Cerithium baccatum*, Brgn. di altri banchi pure calcarei con resti di lamellibranchi, Crassatelle ed Anomie; finalmente un grande ammasso di puddinghe, coperte dalle trachiti che forman la parete della sponda. Tutto il bacino eocenico al sud di Gonnessa consta di questa successione di rocce, fra cui sono interstratificati dei banchi considerevoli di lignite, con resti di vegetali e con qualche conchiglia d'acqua dolce, prova evidente delle parziali e continue oscillazioni del suolo. Secondo il Lamarmora queste formazioni delle sponde occidentali sono più giovani dei calcari nummulitici della sponda orientale.

Quanto al terreno miocenico non havvi che una località in tutta l'isola dove si possa con tutta certezza provarne l'esistenza ed è il piccolo colle di Monreale, negli immediati dintorni di Cagliari. Consta di un calcare compatto bianco e giallastro, sul quale posano con stratificazione discordante i calcari del pliocene. Questo fatto della discordanza sarebbe già un criterio assai valido per tenerlo separato dai terreni superiori, ma la sua posizione nella serie è resa manifesta dai molti fossili che contiene. Sonvi alcuni pesci, ma abbondano specialmente i molluschi, gasteropodi e lamellibranchi. Frequentissimi fra i primi i generi *Conus* e *Natica* e fra i secondi ha il predominio il genere *Pecten*. In tutto si contano 67 specie, delle quali 6 sono esclusive a questa località, 13 di dubbia determinazione; delle rimanenti 48 alcune sono specie eoceniche, ma le altre portano lo stampo della fauna miocenica. — In tutto il resto dell'isola non havvi alcun'altra traccia di questi strati del terziario medio, ma pure nella sua parte settentrionale vi troviamo un terreno di sedimento il quale è posteriore a quelle rocce vulcaniche che dal Lamarmora son dette trachiti antichi e che nel medesimo tempo è indubbiamente anteriore ai sedimenti pliocenici. Or siccome quelle trachiti furono eruttate dopo che già s'erano deposti i calcari eocenici, ne vien dunque che l'età e di queste e di quei sedimenti deve essere appunto l'età del miocene. Gli strati sedimentari constano di un tufo spugnoso, e di un calcare d'acqua dolce e nell'uno e nell'altro si contengono avanzi vegetali. Del primo parleremo or ora, quanto al secondo lo troviamo nei dintorni del villaggio d'Oschiri in un bacino circondato dalle trachiti e dai graniti, nella valle di Perfugas, e in qualche altra isolata località e vi si uniscono quasi sempre dei banchi di selce a nodi e frammenti voluminosi, grigi o nerastri.

Le trachiti antiche la cui eruzione avvenne nell'epoca eocenica occupano nell'isola una grandissima estensione. Possiamo distinguere tre gruppi principali, quello all'est di Sassari che comprende i monti Sassu, Sassittu, tocca il mare a Castel Sardo lungo la costa settentrionale, a sud ha per confine il Campo d'Ozieri, all'est il corso del Coghinas, e all'ovest le colline plioceniche di Sassari, e le più giovani trachiti di N. S. di Bonaria. — Il secondo è il gruppo che ha per centro Monteleone: forma tutta la spiaggia a sud di Alghero fino alla foce del Tenco il quale lo divide dai grandi espandimenti basaltici del Piano di Murtas e di Cuglieri. Queste medesime trachiti cingono all'ovest i monti di basalte, spingendosi fino a Macomer e nella valle del Tirso fino a Fordongianus donde, interrotte da graniti, ricompajono nei monti di Samugheo e di Ruinas. Finalmente il terzo gruppo consta delle isolette di S. Pietro e di S. Antioco e del Capo Altano nella regione sud-occidentale dell'isola. Litologicamente questa trachite si presenta sotto la forma di una roccia felspatica che si distingue in due parti ben delimitate, una inferiore, tufacea, l'altra superiore a tessitura cristallina con numerosi cristalli di felspato, rari cristalli di mica e rarissimi di amfibolo: qualche volta si trasforma in retinite, e qualche altra in pomice. Forma generalmente dei grandi strati che si dispongono soventi a terrazzi degradanti, senza assumere mai quelle apparenze di monticelli conici caratteristica invece delle trachiti più recenti.

L'isoletta di S. Pietro che ha circa 28 miglia di circonferenza è esclusivamente composta di trachite. Negli strati superiori ha l'aspetto di un porfido, bruno, a cri-

stalli di felspato bianco. Negli strati inferiori si appalesa più bruna, compatta, omogenea, come una pasta nera macchiettata di piccoli punti bianchi, e si divide in prismi regolari, che posano a lor volta sovra un tufo, grigio-biancastro, pulverulento. Questo aspetto e questa disposizione si osserva lungo la sponda orientale dell'isola di S. Pietro, ma nell'interno, sebbene sempre si conservi la sovrapposizione della roccia porfirica allo strato tufaceo, pure è scomparsa nella prima ogni traccia del clivaggio prismatico, che poi ricompare evidentissimo e in grandi proporzioni all'estremità meridionale, al capo Colonna, dove, come l'indica il nome, il lido è composto da una serie di colonne formate da dischi informi di trachite giallastre sovrapposti gli uni agli altri.

La parte settentrionale dell'isola di S. Antioco si compone di queste medesime rocce porfiriche, brunastre, a clivaggio prismatico al punto di contatto coi tufi. Questi ultimi vi sono potentissimi: costituiscono tutto il colle alla cui base giace il villaggio di S. Antioco. Il versante occidentale ci mostra le testate degli strati tufacei in cui veggonsi scavate molte grotte, una volta camere sepolcrali romane, ora abitazioni di una parte della popolazione. Il pendio orientale è formato dalla gran corrente di trachite porfirica in cui i Romani praticarono grandi cave di materiali da costruzione. — Un fatto ben degno di nota è che il tufo il quale soggiace senza alcun dubbio alle correnti di trachite ed è pertanto anteriore, contiene dei blocchi angolosi di questa medesima roccia, la quale ci sembra pertanto, debba formare l'ossatura interna dell'isola, e debba essere stata strappata a frammenti e vomitata insieme alle materie incoerenti che or formano il tufo.

Già toccammo delle trachiti di Monte Narcao, parlando degli strati eocenici che trovansi alla base di questo monte e dei gruppi vicini. Però dobbiam dire che l'età della corrente che li incorona e che litologicamente ha la massima analogia colle rocce testè descritte, è dubbia assai perchè essa riposa non più sovra il solito tufo, bensì sovra una brecciuola vulcanica composta di vari elementi fra i quali dei ciottoli neri di una roccia peridotica e fonolitica, che nel resto dell'isola appartiene ad un periodo eruttivo assai più recente. L'identico fatto e l'identica successione si osserva nei monti vicini, monte Essa, monte Murdeu. Le rocce eruttive del capo d'Altano sono invece identiche e per forma e per età a quelle dell'isole vicine di S. Pietro e S. Antioco.

Recandoci ora nell'interno dell'isola troveremo primieramente la trachite antica alla base del monte Arci al sud-est di Oristano. Questo monte è un ammucchiamento di correnti di lava appartenenti a varie eruzioni ed è incoronato da uno strato di basalte, l'ultima fra le rocce vomitate dai vulcani di Sardegna. Le trachiti alternano con corrente di retinite e di obsidiana, la quale ultima si presenta o in forma di filone o in forma di straterelli sottili.

Ritroviamo quindi le trachiti nel centro dell'isola, nella valle fra Laconi e Genone donde le seguiremo con poche interruzioni da sud a nord fino allo stretto di S. Bonifacio insinuandosi fra l'ammasso granitico del centro della Sardegna e i gruppi basaltici della sponda occidentale. La roccia si mantiene identica a quella già descritta anche per la distinzione in correnti compatti e in strati di tufo, e posa sovra gli scisti siluriani. Vale lo stesso pei dintorni di Samugheo dove veggonsi stupendamente i dicchi di trachite tagliare gli scisti e quindi espandersi sulle loro testate a guisa di correnti. Più avanti presso Busachi le trachiti vengono a contatto coi graniti ed è evidente che hanno formato su di questi un gran mantello che poi venne in parte squarciato da ulteriori sollevamenti. Ma la località più interessante per osservare i rapporti fra le trachiti e i graniti è il monte di S. Vittoria presso Neoneli. « Se si eseguisce, dice il sig. De Vecchi, l'ascesa del monte sul versante nord-ovest, non si troverebbe che granito fino quasi al vertice: è a soli pochi metri di distanza da questo che appare la trachite la quale vi forma una specie di tavoliere. Salendo invece dal lato sud-ovest si cammina sempre sulle trachite dalla base alla vetta. Ciò dipende dal fatto che la trachite è escita spaccando l'altra roccia, e si è quindi rovesciata ai due lati del crepaccio » Tutta l'ossatura di questa regione pertanto è costituita di granito, la trachite non ne è che il superficiale

rivestimento. — Sulla destra del Tirso si osserva invece costantemente il contatto fra le trachiti e le lave più recenti che le hanno coperte, e girando la base del gran vulcano estinto di Sardegna che è il monte Ferru al sud di Cuglieri, si vede come la trachite formi l'ossatura, il nocciolo più interno del monte che fu poi rivestito di più giovani roccie. Interessante è la località di S. Caterina di Pitinurri sul suo versante meridionale chè vi si vede la trachite coperta dai sedimenti pliocenici e su questo posare il basalte. Del resto in questa montagna la trachite ne'suoi strati inferiori passa come nelle altre località a un tufo biancastro e nei profondi crepacci che intaccano il vulcano, si vede come sia stata injettata e tutta percorsa da filoni di materie silicee, calcedonie, diaspri e da dicchi di basalte che raggiungono la superficie de'suoi strati e vi si espandono.

Tutta la spiaggia da Bosa ad Alghero e il gruppo di Monteleone constano intieramente di trachiti. I monti dei dintorni di Bosa formati di tufo e di trachite che passa negli strati inferiori ad un argillofiro rossastro injettato da innumerevoli vene di diaspro e di calcedonia, sono foggiati a terrazzi degradanti, e questa disposizione si ripete nella maggior parte delle montagne di questo gruppo. Fra Alghero ed Olmedo le trachiti vengono a contatto coi calcari ippuritici e quindi assottigliandosi in una zona esigua toccano il mare nei dintorni di Porto Torres. In questo medesimo gruppo e più precisamente al sud d'Itiri, la trachite presentasi sotto forma di tavolieri isolati quali il monte Toru e il monte Anturgiu, ma più all'est si foggia invece a cime dentate le quali dominano la pianura detta il Campo Giavesu superiore. La differenza di queste apparenze risulta dalla diversa qualità della roccia. I primi di quei monti si compongono di un'argilolite che riposa sul tufo stratificato; gli altri di una trachite porfirica assai più cristallina. In queste località le rocce trachitiche toccando la pianura, si celano sotto i sedimenti pliocenici o sotto le lave basaltiche che vi si trovano assai frequenti.

Ritorniamo ora alla base settentrionale del M. Ferru. Seguendo il cammino che conduce da Seanu a Macomer si riconosce ancora la presenza della trachite sotto allo strato di basalte. Questa sovrapposizione è visibile sopratutto al nord di Macomer in una grande spaccatura presso il Noraghe di S. Barbara, le cui pareti presso che verticali mostrano stupendamente una corrente di basalte dello spessore di circa tre metri che si è distesa sulla superficie della gran massa trachitica. Questa poi costeggia la prima parte della strada fra Macomer e Sassari, alternando con banchi potenti di tufo biancastro. — Interessante è all'est di Macomer il monte di Santo Padre per essere il punto più alto toccato dalla roccia trachitica in tutta la Sardegna e che è di 1051 metri. In generale la massa di questa montagna consta di tufi e argiloliti, la sua vetta invece di un porfido rossastro. Nei tufi veggonsi interclusi dei massi di granito identico a quelle della vicina montagna di Bolotama; la località più opportuna per osservare i mutui rapporti delle rocce è la regione dei dintorni di Silanus, dove veggonsi gli scisti siluriani, e i graniti injettati e coperti dalla trachite; e più al nord lungo il corso del Tirso quest'ultima roccia appare sparsa qua e là a lembi isolati sul suolo di granito che evidentemente essa ha spezzato. Parallela e all'ovest della valle del Tirso come un'altra valle stretta e profonda la quale è tagliata nelle trachiti, che poi si spingono fino ad Ozieri dove posano sugli scisti cristallini e sui calcari paleozoici. — Il suolo della gran pianura che trovasi al nord di Ozieri consta intieramente di un tufo biancastro, coperto e rimescolato in parte dalle alluvioni del Coghinas, ma che pur sembra nella sua massa principale risalire all'età della eruzione delle trachiti. Queste veggonsi ancora spuntare qua e là dal granito nei dintorni di Oschiri nelle medesime condizioni che già osservammo nella valle del Tirso. — Sulla sponda sinistra del Coghinas al di là del campo d'Ozieri si innalza il grande altipiano trachitico che porta il nome di Monte Sassu. La roccia eruttiva riposa all'est sovra gli scisti siluriani, e all'ovest si distende con grande potenza formando una serie di altipiani che toccano il mare presso Castel Sardo: sempre colla medesima forma litologica di tufi al basso; argiloliti e trachiti porfiriche in alto.

La città di Sassari trovasi in mezzo ad una regione di sedimenti pliocenici, ma

all'ovest di essa ricompajono le trachiti e primieramente nelle colline di Santa Natalia che consta di un nucleo di trachiti porfiriche coperte da un mantello di terreno sedimentare. Quindi procedendo ancor più ad ovest veniamo a toccare quella stretta zona eruttiva che dal gruppo di Monteleone si spinge fino a Porto Torres.

Strettamente collegati con queste rocce trachitiche sono dei giacimenti di un tufo pumiceo, il quale si distingue dal tufo inferiore primieramente per la sua posizione stratigrafica, per la sua composizione, consistendo essenzialmente in un detrito di materie pomicee, bianche o grigiastre e perchè contiene tracce di vegetali fossili. Non ha mai grande importanza e forma nella regione nord-occidentale dell'isola dai lembi isolati alle falde delle montagne di trachite.

Le notizie circa ai terreni terziari dell'isola di Sicilia le attingeremo alla bellissima memoria del sig. Mottura sulle zone zolfifere dell'isola, lavoro veramente fondamentale per la geologia Siciliana, ed agli studii accuratissimi del Seguenza sui dintorni di Messina.

I terreni eocenici trovansi nella parte centrale dell'isola, lungo il versante meridionale della catena delle Madonie e riposano sui terreni secondari che già conosciamo. Constano generalmente alla base di argille rossastre a struttura scagliosa e superiormente di calcare alberese e nummulitico: il primo è caratterizzato da una grande quantità di fucoidi e il secondo dalle molte foraminifere fra cui più frequenti le seguenti specie: *Nummulites Lucasana; Numm. intermedia; Numm. contorta; Numm. Lamarkii.*

A questa zona di strati eocenici si appoggiano i terreni miocenici che costituiscono, possiamo dire tutto il complesso della regione meridionale della Sicilia. Secondo il Mottura, questi terreni si ponno dividere in tre segioni. L'inferiore consta di arenarie silicee più o meno ferruginose, talvolta fortemente cementate, ma altre volte disagregate e sabbiose. Si uniscono ad esse delle argille egualmente ferruginose, che talvolta le involgono dividendole in massi isolati. Il ferro contenuto in queste formazioni trovasi frequentemente concentrato in arnioni di varia grandezza, ed in questo caso esso trovasi associato a grandissima quantità di solfato di calce cristallizzato. — Nella parte più alta delle argille trovasi intercalato in molte località un calcare e *Nummulites perforata* e che pertanto sarebbe equivalente dei calcari nummulitici e miocenici del Piemonte. È più particolarmente sviluppato nei dintorni di Caltanisetta, al M. Cammarata, sul versante delle Madonie. In esso, come pure nelle argille che gli sono inferiori si contengono degli scisti bituminosi assai sviluppati a Ragusa presso Modica e nelle provincie di Caltanisetta e di Girgenti, così che costituiscono un eccellente orizzonte geologico. — Finalmente il piano più alto di questa sezione del terreno miocenico è costituito dalle argille gessose e salate, che per l'intima mescolanza che in esse avverasi della sostanza argillosa col carbonato di calce, potrebbero con più ragione denominarsi marne. Quanto più ci alziamo lungo gli strati di questa formazione e tanto più scarso si fa il gesso e predominante invece il cloruro di sodio. Le miniere di sale che geologicamente vanno racchiuse in questo terreno trovansi in una zona che partendo da Nicosia a Leonforte attraversa la Sicilia occidentale fino a Cattolica. — L'ordine col quale in questa grandiosa formazione del miocene inferiore si succedono dal basso all'alto i depositi di ferro, di carbonato di calce, di solfato di calce, di cloruro, di sodio è prova chiarissima del fatto che questi terreni si formarono in un bacino chiuso dove le acque del mare separate, in causa di un sollevamento, dall'Oceano di cui avean fatto parte lentamente evaporarono, poichè è appunto in quell'ordine che si presentano i depositi prodotti per via chimica nell'acqua marina sottomessa al lavoro della evaporazione. Dovea esservi allora in questa parte di Sicilia una specie di Mar Morto o di Caspio e l'analogia è ancora accresciuta dalla presenza di sostanze bituminose ed oleose. I lidi di questo mare interno sono segnati a nord dai calcari eocenici delle Madonie e del Cammarata, a sud dalle argille e dalle arenarie costituenti il piano più basso del miocene che si veggono sollevate lungo una linea che attraversa la Sicilia dall'Etna a

Sciacca. È appunto il sollevamento avvenuto lungo questa frattura che diede origine alla formazione del bacino interno in cui si è depositata sì ingente ammasso di sale.

È però certissimo che nell'epoca del miocene medio questo mare interno fu almeno in parte, invaso ancora dall'acque del mare. Infatti superiormente all'argille, là dove non vi sono sedimenti di sale, posano conglomerati ed arenarie formate per la massima parte dai detriti delle rocce paleozoiche dei dintorni di Messina, e contenenti in gran copia polipai identici a quelle dei conglomerati Piemontesi e quindi caratteristici del miocene medio. Notiamo fra le specie più interessanti la *Porites incrustans* e l'*Heliastræa Ellisii.*

Coi terreni del miocene superiore entriamo propriamente nella zona dello zolfo. Alla base di questa formazione veggonsi quasi sempre dei banchi di tripoli. Questa roccia che consta, come a tutti è noto, di un ammucchiamento di infusori, è leggierissima e fogliettata, e contiene in grandissima quantità le impronte di pesci; predominante è il *Lebias crassicaudas*; vi si trova anche il *Leuciscus Œningensis* ed altri tutti d'acque dolci o salmastre. Numerosi anche gli insetti, fra i quali specialmente a notarsi la *Libellula doris.* — Ai banchi di tripoli è sovrapposto un calcare durissimo che contiene straterelli di selce e di diaspro e assolutamente privo di fossili. Succede quindi un banco di marna nerastra o tufo impregnato di sostanze bituminose che ha lo spessore di circa un metro, e finalmente lo strato a minerale di zolfo. Questo strato consta generalmente di calcare leggermente marnoso: in esso lo zolfo talvolta è disseminato a piccoli geodi, altre volte invece alterna a straterelli, e non di rado vi si uniscono e piante e pesci fossili, questi ultimi appartenenti alle medesime specie che trovammo nel banco di tripoli. Le miniere di zolfo costituiscono nell'isola una serie di gruppi isolati. Questi gruppi hanno generalmente una lunghezza assai notevole relativamente alla loro larghezza; la prima essendo talvolta di dieci chilometri, e la seconda non superando mai i tre. — A nord della linea principale delle miniere di zolfo nei dintorni di Nicosia, di Villadoro, di Alimena, di Mussomeli, si veggono dei banchi potenti di calcari corrispondenti al calcare zolfifero e che pure son poveri o privi affatto di minerale, ma in ricambio molto più bituminosi di quello. — Superiormente al deposito ora descritto si distendono primieramente degli straterelli marnosi ed arenacei quindi una zona gessosa assai potente e larga, la quale, essendo d'origine lacustre, dev'essere tenuta ben distinta dalla zona gessosa del miocene inferiore. Questi gessi che si presentano sotto le due forme, compatta e cristallina, superano non di rado la potenza di 20 metri, e a Sutera raggiungono quella di ottanta. — Alla formazione gessosa succede un deposito di calcare biancastro, terroso, formato in gran parte di foraminiferi, che determinati dal Seguenza, diedero un gran numero di specie comuni al bacino di Vienna, e alle marne mioceniche di Messina. — Le rocce che abbiamo ora descritte dal banco di tripoli alla formazione gessosa inclusivamente, sono fra loro in perfetta concordanza, così che debbono essere stati deposti in una lunga e tranquillissima epoca. Invece i calcari a foraminiferi accennano a leggieri disturbi nel suolo di Sicilia nel tempo in cui essi andavano deponendosi; formano propriamente l'anello che unisce l'epoca miocenica all'epoca pliocenica. Or notiamo che tutto il complesso dei terreni che formano il miocene superiore, quest'ultimo del calcare a foraminiferi eccettuato, sono indubbiamente di origine lacustre. I pesci che vi si raccolgono in grandissima quantità, le piante e gli insetti non permettono per questo rapporto alcuna incertezza. La struttura e la configurazione del suolo appoggiano fortemente la prova fornita dei fossili. I gruppi zolfiferi indipendenti gli uni dagli altri, accennano appunto alla esistenza di piccoli bacini lacustri; i gessi superiori che si allargano in espandimenti assai più vasti, provano che il suolo abbassandosi dava origine a una confluenza di quei bacini, e finalmente il calcare a foraminiferi ci insegna che l'abbassamento avea già toccato un segno da rendere possibile una nuova invasione del mare sulla zona dov'esso si distende.

TERRENO PLIOCENICO

All'aprirsi dell'epoca pliocenica la configurazione dei continenti, e la disposizione delle catene di montagne erano simile nei loro tratti principali a quelle che oggi si osservano. Il massimo sollevamento già s'era compiuto nell'epoca precedente; le Alpi cingevano di una barriera continua la vasta bassura dove or corre il Po, e l'Apennino si protendeva da un capo all'altro della penisola. Ma il mare ancor copriva una parte considerevole della nostra terra. L'Adriatico si allargava nella valle del Po, e vi deponeva i sedimenti che or formano il sottosuolo delle pianure del Veneto, di Lombardia e del Piemonte. Esso batteva le falde delle prealpi, si insinuava in tutte le insenature, e per formarci un'immagine dell'aspetto che dovea presentare la spiaggia settentrionale di questo golfo grandioso, dobbiamo correre colla mente al nord d'Europa, rammentarci i frastagliamenti della costa di Norvegia, dove il mare penetra disegnando le più complicate tortuosità fin quasi al cuore delle montagne di granito che si immergono precipiti nell'onde. Così nei nostri paesi le profonde e strette valli di chiusa in cui oggi giacciono i laghi e dove corrono i fiumi prima di sboccare nel gran piano che declina al Po, erano nell'epoca pliocenica altrettanti *fjords*, altrettanti seni in cui si distendevano tranquille le acque dell'Adriatico. La sponda meridionale del golfo era formata dal lento pendìo dell'Apennino, il quale poi colle falde de' suoi monti formava la spiaggia orientale d'Italia, chè tutta quanta la regione più bassa dell'Emilia, e la parte littorale di Romagna e delle Marche, e l'immensa pianura di Puglia, e il non men vasto piano di Basilicata ancor giacevano sotto le onde, e in quelle acque sorgevano come isole di piccolo gruppo di calcari giuresi su cui posa Ancona, il gruppo del Gargano, e la lunga catena delle Murgie. — Sulla sponda occidentale la costiera di Liguria e di Lunigiana era quale oggi la vediamo. Nella val d'Arno il mare si insinuava fino presso Empoli; e copriva nella Toscana occidentale i dintorni di Volterra, e girando intorno ai molti gruppi di monti secondari ed eocenici penetrava nell'interno coprendo il suolo dove posa Siena, e quivi per la valle di Chiana andava a ricongiungersi colle acque che si distendevano sulla regione che corre dal monte Amiata fino ai colli Albani. In questo seno sporgeva il capo una schiera di vulcani che rovesciavano sul fondo del mare le lave e le ceneri che or formano il suolo del Lazio. In questa parte centrale d'Italia il mare entrava profondamente nelle catene apenniniche a somiglianza di quanto osservammo nelle Alpi. La valle del Tevere e le valli che solcano gli Abruzzi ne erano coperte. Da Napoli alla Calabria la configurazione della sponda non era diversa dalla attuale, ma la Calabria

non constava che di alcune isole di granito battute dalle onde. La regione centrale della Sicilia, i dintorni immediati di Messina, quelli di Palermo, di Trapani, di Sciacca erano sommersi; per la massima parte invece s'erano già sollevati la Corsica e la Sardegna.

Sul fondo della valle del Po e lungo il versante settentrionale, i sedimenti del mare pliocenico non si presentano che a lembi isolati, perchè vennero ricoperti dalla massa enorme dei detriti de' ghiacciaj e delle alluvioni, e non li vediamo che là dove i fiumi hanno tagliati questi ultimi terreni a sufficiente profondità, perchè sia raggiunto il loro livello. Questo stato di cose si presenta in tutta la regione posta sulla sinistra del Po. Le enormi masse di terreni alluvionali, che al finire dell'epoca glaciale discesero dalle Alpi, hanno coperta tutta la pianura; e d'altra parte la violenza e la grandezza delle correnti fluviali debbono aver necessariamente corrose su larga scala le argille e le sabbie che si eran depositate sul fondo del golfo pliocenico. Poche pertanto sono le località dove ritrovansi giacimenti indubbiamente pliocenici. Notiamo nel Veneto i dintorni di Conegliano e di Asolo, in Lombardia il colle isolato di S. Colombano, ricchissima miniera di fossili, i dintorni di Induno presso Varese, in Piemonte le colline degradanti al piano nei dintorni di Gozzano, e di Varallo, dove le argille plioceniche urtano le scogliere porfiriche, che erano direttamente battute dalle onde del mare. — Ma il paese veramente classico del terreno pliocenico è la regione sulla destra del Po, è qui che sorgono e si distendono lungo le falde dell'Apennino in una serie non interrotta quei colli che hanno fornito si larga messe di fossili, e che vennero per la prima volta illustrati da una delle glorie della scienza italiana, da uno dei fondatori della geologia, il Brocchi. Dopo di lui furono il Mayer, e il Pareto che studiarono più a fondo la serie e la topografia di questi terreni, i quali si mostrano, del resto, in tutta Italia con una grandissima persistenza e nella forma litologica e nei caratteri della fauna che essi contengono. Questa già si avvicina assai alla fauna vivente; siamo ai limiti dell'epoca moderna, alla quale sarebbe insensibile il trapasso, se non s'interponesse fra le due il periodo glaciale.

Prendendo a guida il Pareto nella divisione dei vari piani del terreno pliocenico troviamo al basso il piano piacentino. — Questo piano consta inferiormente di marne azzurre alternanti con dei banchi di un'arenaria grigiastra e di ciottoli rotolati. Frequentissimi sono i fossili nei dintorni di Stazzano e Sardigliano presso Tortona. In gran parte sono Gasteropodi, e più numerosi di tutti i genesi *Conus*, *Trochus*, *Turritella*; frequenti anche i coralli dei generi *Stephanophyllia*, e *Turbinolia*.

Superiormente a queste marne e a queste arenarie si sviluppa di solito una formazione gessosa, e in molte località veggonsi dei banchi assai potenti di ciottoli rotolati e di sabbie; coi quali alternano degli strati d'origine marina, e degli strati a conchiglie d'acqua dolce o salmastra. Sovente poi nella parte più elevata di questo piano giace uno strato considerevole di calcare grossolano e di sabbie calcari, ricchissimo di Terebratule e di Pettini. — Lo studio della fauna compresa in questo piano rivela una mescolanza assai caratteristica di specie mioceniche e di specie plioceniche, e dimostra ch'esso segna veramente l'aurora dell'età pliocenica. — I celebri giacimenti fossiliferi di Lugagnano e di Castellarquato nel Piacentino vanno compresi in questa prima sezione del terreno che ora esaminiamo. — Essa poi si distingue dal sottoposto miocene anche pei criterj della stratigrafia, poichè i suoi strati sono assai meno inclinati, e pei caratteri litologici, constando gli ultimi strati del miocene di sabbie littorali con frammenti di conchiglie, di polipi, di echinodermi, mentre quelli di cui or si parla constano di arenarie e di marne indicanti un mare più profondo. Veggonsi anche dei polipaj, ma sembrano di diversa natura, poichè in questi primi terreni del pliocene hanno un'assoluto predominio i generi *Turbinolia*, *Flabellum*, *Stephanophyllia*, tutti polipaj isolati, mentre nel terreno sottoposto predominavano i polipaj agglomerati. — Vediamo come poscia a poco a poco, queste marne e queste arenarie si tramutano, certamente per effetto di un nuovo sollevamento in sabbia e letti ciottolosi, su cui vengono a metter foce dei piccoli torrenti

che vi depongono le conchiglie d'acqua dolce, e gli avanzi vegetali che trovansi nelle formazioni gessose.

Questo piano piacentino, oltre che nelle località già citate trovasi diffuso in tutta la gran regione pliocenica italiana. Sempre caratterizzato dall'alternanza di strati d'acqua dolce e salmastra e da formazioni gessose, dai dintorni di Tabbiano lo possiamo seguire fin sulla destra del Panaro, dove contiene degli avanzi di Delfini e di Balenottere. Continua quindi lungo la falda dell'Apennino, sempre ricchissimo di fossili specialmente nei dintorni di Forlì, di Forlimpopoli e di Cesena. — Ma la regione in cui questo terreno si rivela con maggiore potenza è quella di S. Marino, di S. Leo e le colline che accompagnano su ambedue le sponde il corso della Marecchia. È qui che le marne plioceniche contengono grandi giacimenti di zolfo e di gesso e vi si fanno più potenti che altrove i sedimenti d'acqua dolce. Una eccellente località per studiarli è la collina di Sogliano sulla sponda del Rubicone. Al basso veggonsi poggiare sulle argille scagliose delle marne grigiastre con giacimenti di gesso e di zolfo, poi succedono delle sabbie più o meno agglutinate, e quindi ancora delle marne con numerosi *Cerithium*, poi sabbia e puddinghe e strati di ligniti. In queste trovansi frequentissimi i resti di molluschi d'acqua dolce dei generi *Unio*, *Anodonta*, *Melania*, *Paludina*, ecc. Le ligniti sono coperte da un ammasso assai considerevole di argille a fossili marini, e quindi da un'arenaria giallastra, durissima, calcare con molluschi, echinodermi e pesci. — Questa formazione è assai potente in tutta la regione compresa fra il Savio e la Marecchia, essa vi costituisce le pittoresche montagne del Belvedere, della Perticara, di S. Marino, alta quest'ultima, 767 metri. Questo complesso di strati incoronato dalla arenaria calcare, e contenente al basso i giacimenti di zolfo e di gesso si prolunga verso sud mantenendo gli identici caratteri. Ma ciò che è particolarmente a notarsi è la sua disposizione stratigrafica, poichè secondo Pareto, non si appoggerebbe semplicemente alla catena apenninica inclinando al mare, ma disegnerebbe lungo la linea da essa percorsa una specie di sinclinale, in modo da rivolgere le testate al mare quindi discendere foggiandosi a conca per rialzarsi dal lato opposto, e posare sui terreni più antichi della catena principale.

Il piano del pliocene inferiore così potente sul versante settentrionale della catena che forma la spina dell'Italia, è pur rappresentato da alcuni lembi sul versante meridionale della medesima. Così appartengono a questo orizzonte gli isolati giacimenti di terreni terziarii che trovansi a quasi tutti gli sbocchi dei fiumi che discendono dall'Apennino al mare lungo la spiaggia di Liguria da Ventimiglia a Genova. Constano di marne coperte talvolta da sabbie agglutinate, da puddinghe o panchine e da calcari, sempre assai fossilifere. Il bacino di Albenga è uno dei più rimarchevoli e de' più estesi. Quivi superiormente alle marne ricchissime di conchiglie, si svolgono dei banchi di sabbie calcari agglutinate, di calcari grossolani e di puddinghe che contengono i medesimi *Pettini* e la medesima *Terebratula ampulla* che è così caratteristica del calcare di Castellarquato. Questa formazione incorona più a levante un altipiano alto più di 220 metri, che dai dintorni di Finale si estende fino al capo Noli. Qui le marne divengono esigue, ma potentissimo invece il calcare e la puddinga che posano quasi orizzontalmente sulle testate di un calcare nerastro probabilmente liasico. Il calcare pliocenico è giallastro, riboccante di pettini, di ostriche, di denti di Squalo; più verso Genova i bacini di Savona, di Avenzano, di Sestri e d'Albaro contengono anch'essi fossili in gran copia; fra cui numerose le Terebratule delle quali si contano quattro specie. — La spiaggia orientale di Liguria è priva affatto di terreno pliocenico e per ritrovarlo è forza avvanzarsi fino in Toscana.

Nella valle del Fino presso Castellino, appare la formazione gessosa, la quale presenta molta analogia, pei fossili d'acqua dolce, ch'essa contiene, coi gessi di Romagna e del Tortonese. Più lungi questa formazione si svolge coi medesimi caratteri nei dintorni di Volterra, e presso questa città è coperta primieramente da un poderoso ammasso di marne con fossili identici a quelli del Piacentino, quindi da sabbie agglutinate, da panchine e da calcari a minutissima grana, i quali incoronano le colline, e sui quali è costrutta la città. Queste medesime rocce, presso Montajone

fra le valli dell'Evola e dell'Orto, contengono in gran copia fossili vegetali che costituiscono una flora analoga a quella dei terreni di Sinigaglia. — Un complesso di formazioni assai interessanti, e che, secondo ogni apparenza appartengono a questo piano del Plioceno, vedesi nella valle del Buzzone presso Siena e nelle colline circostanti alla città. Consta di marne, di sabbie e di puddinghe e vi si rinvengono i resti di una flora che rammenta assai da vicino la flora dei terreni terziarii di Svizzera. Alternano cogli strati a vegetali dei banchi a conchiglie marine e d'acqua salmastra. e dei banchi a conchiglie fluviatili; inferiormente vedesi la gran massa di marne marine che forma le *crete senesi*, e superiormente gli strati marino-fluviatili su cui è costrutta la città di Siena.

Le crete senesi sono ricchissime di fossili, dei quali moltissime specie identiche ai fossili del Piacentino. È in vicinanza alla città di Siena che questa formazione si ricopre di strati d'argille, di sabbie e di marne, ora d'origine lacustre, ed ora d'origine marina, nei quali fu trovata la flora testè accennata. L'alternanza degli strati d'acqua dolce con quelli d'origine marina si ripete frequentissime volte, il che è a prova delle frequenti oscillazioni del fondo di quel mare che occupava il bacino in cui si deposero le crete senesi, bacino limitato allora come adesso dalle montagne eoceniche del Chianti e dalle montagne secondarie di monte Maggio. La località dove oggi trovasi la città di Siena stava allora presso la spiaggia di quel golfo, la cui parte mediana e più profonda corrispondeva ai punti, dove or vedesi maggiormente sviluppata e nuda la gran massa della creta senese.

Probabilmente appartengono al medesimo piano le parti più basse degli strati lacustri, che hanno colmato il bacino del Val d'Arno superiore, separate dal golfo marino di Siena, solamente per mezzo della catena eocenica del Chianti, su cui sorgevano le piante, le cui frondi erano trascinate da una parte al mare, dall'altra al lago di Val d'Arno.

Superiormente a queste formazioni, le quali costituiscono il pliocene inferiore, posano nelle colline dipendenti dall'Apennino, degli strati marno sabbiosi, i quali sarebbero il terreno più recente, deposto dal mare che occupava la valle attuale del Po. — Sebbene sia difficile di tracciare con precisione i limiti di questo piano, sia in basso col pliocene inferiore, sia in alto coi terreni quaternari, pure si può ammettere che la linea di separazione col piano inferiore passi un poco al di sopra del calcare a *Pecten dubius* e a *Trebratula ampulla,* mentre il limite superiore si troverebbe al di sotto di quelle formazioni di sabbie, e di marne, e di ciottoli rotolati con conchiglie fluviatili e terrestri, che si veggono in una parte dell'Astigiano e dell'altipiano piemontese.

Così limitato, questo piano è essenzialmente marino, e presenta nella sua fauna una certa analogia colla fauna attuale; contiene ancora in numero rilevante le specie spente, mentre fra le specie viventi se ne contano molte le quali abitano in mari diversi del Mediterraneo e dell'Adriatico. Queste specie non comuni nei nostri climi vivono presentemente quasi tutte nei mari tropicali, prova incontrastabile dell'alta temperatura che regnava nelle nostre latitudini in quell'epoca che pur di poco precorreva ai rigori dell'epoca glaciale.

Questo piano del pliocene superiore rivelasi potentissimo in Piemonte nei dintorni di Asti, lungo il corso del Tanaro e de' suoi affluenti; i frequenti spaccati che si osservano sulla sponda del fiume forniscono occasione di studiare in dettaglio il succedersi degli strati che costituiscono il complesso di quel piano. Nella parte più bassa vedesi una marna sabbiosa grigiastra che contiene in gran copia Corbule, Natiche, e la *Venus rugosa*; succede quindi un banco di sabbie giallastri con numerosi e grossi Pettini e Pectoncoli: quindi un altro strato sabbioso, ma più compatto in cui giace la *Panopea Faujasi,* unitamente a Pinne, a Perne, e in alcuna località a grandi banchi di ostriche. Quest'ultimo strato è coperto da una formazione diluviale con avanzi di mammiferi, che probabilmente appartiene a un terreno più recente.

Dai dintorni di Tortona, dove il piano del pliocene superiore si mostra assai potente, esso si spinge lungo il versante dell'Apennino sui colli del Piacentino, e vi

appartengono quelle sabbie grigiastre e giallastre ora disaggregate, ora riunite in noduli che si veggono sulle colline le quali accompagnano il corso inferiore del Chero e dell'Ongina, al nord e al nord-est di Castellarquato. Si ritrovano in esse in gran numero le conchiglie, che abbondano nell'Astigiano, e le succedono come appunto in quest'ultima località degli strati sabbiosi e ciottolosi con ossami di mammiferi.

In Toscana il pliocene superiore è indubbiamente rappresentato nelle colline sabbiose che trovansi verso la fine delle valli dell'Era e dell'Evola, dove certi strati arenacei e giallastri contengono in gran copia la *Panopea Faujasi*. Nei dintorni di Siena, sebbene la massa principale delle formazioni appartenga al pliocene inferiore, havvi per anche qualche traccia del piano superiore, e più a sud vi apparterebbero, secondo il Pareto, quei banchi di sabbie gialle, assai fossilifere che trovansi sulla sinistra del fiume Paglia, rimpetto ad Orvieto, laddove questo fiume riceve per affluente l'Argento che gli porta le acque di un vasto tratto di Valdichiana. Questa formazione è coperta sulla destra del Paglia e sotto la città d'Orvieto da strati potentissimi di tufo vulcanico, da cui è costituito quasi tutto il suolo dei territorii di Viterbo e di Bolsena. Nella valle d'Arno superiore appartengono a questo piano del pliocene la formazione sabbiosa e la finissima puddinga, conosciuta sotto il nome di *sansino*, che sostiene a sua volta gli strati quaternari, e i recentissimi giacimenti che contengono sì gran copia di cavalli, di buoi e di cervi.

Allorquando pel lento e continuo sollevamento del suolo, le acque del mare che bagnava la gran valle del Po si furono quasi totalmente ritirate; molti tratti di quella regione si trasmutarono in laghi tranquilli, in cui si deposero poderosi giacimenti, che or si rivelano assai ricchi di fossili. Sulle sponde di quei laghi, nelle verdi pianure che si aprivano, laddove poco prima non v'era che la distesa del mare, pascevano armenti di pachidermi e di ruminanti. Larghe correnti fluviali discendenti dai ghiacciaj, i quali lentamente si avanzavano al piano, le solcavano, portandovi il contributo dei loro sedimenti di ciottoli rotolati, di sabbie e di fango, precursori delle grandi alluvioni che doveano accompagnare e tener dietro all'epoca glaciale. Questa formazione fluviale, che segna l'alba dell'epoca quaternaria, si rivela assai potente lungo il versante settentrionale dell'Apennino, e forma gli ultimi scaglioni delle colline dell'Astigiano e dei dintorni di Novi, di Tortona e di Voghera, e più avanti le ondulazioni ciottolose, argillose e rossatre, le quali presso Castellarquato e nella valle dell'Ongina si confondono col terreno della pianura.

Lungo il versante meridionale dell'Apennino, e particolarmente in certe località di Toscana, rivelansi fatti analoghi a questi. Così fra l'Evola e l'Era si veggono sovrapposti alle sabbie gialle del pliocene superiore, delle masse possenti di argille rossastre, non marine, le quali si continuano anche sulla sponda destra dell'Arno verso i bacini di Bientina e di Fucecchio, formando un cinto di rocce disagreggate alle falde delle montagne eoceniche di Val di Nievole presso Montecatini e Pescia, componendo tutta la catena della Cerbaja, che divide i suddetti due bacini di Bientina e di Fucecchio. — Abbiamo in queste formazioni il piano di passaggio fra l'epoca pliocenica e quaternaria, e la loro deposizione non può essere accaduta che in forza di quel sollevamento postpliocenico, che geologicamente ha iniziato l'epoca che corre ancor oggi.

Per formarci un concetto adeguato dell'entità e del modo con cui si è effettuato il sollevamento, osserviamo più in dettaglio la disposizione dei terreni di Toscana. — Se si osservano frettolosamente, guardandole dal basso, le colline plioceniche di questa regione, sembra quasi ch'esse siano rilievi affatto indipendenti gli uni dagli altri, costituiti alla base dalle marne azzurre, e in alto dalle sabbie gialle, ma osservandole invece con maggiore attenzione, e abbracciandone il complesso con uno sguardo d'insieme, si scopre ch'esse debbono la loro esistenza esclusivamente alle erosioni effettuate dai corsi d'acqua nella massa del deposito pliocenico, quando questo si trovò sollevato sul livello del mare in cui s'era formato. Ciò appar chiarissimo

per la corrispondenza delle testate sui fianchi delle valli, come pure per quella dei piani che incoronano le vette dei colli, disposti in modo che se combaciassero, si avrebbe un piano perfettamente continuo e fornito di costante inclinazione.

Ora i primi rilievi pliocenici che sorgono sulla sponda sinistra dell'Arno, da Pontedera a S. Romano, formati in massima parte dalle sabbie gialle, sono estremamente esigui, ma avanzando in direzione sud, quei rilievi aumentano di altezza, finchè si foggiano in colline considerevoli colle argille alla base, e colle sabbie sulla vetta. Questo successivo elevarsi delle colline continua fino a quella costiera che forma la sponda destra della Val di Cecina, sull'alto della quale a 522 metri stà la città di Volterra. Perciò è indubitato che tutto il deposito pliocenico, preso nel suo complesso, si innalza assai rapidamente nella direzione di sud. Infatti, mentre nelle alture di val di Cecina raggiunge i 500 metri sul livello del mare, lungo la sponda sinistra dell'Arno non tocca nemmeno i 20 metri.

Se ora guardiamo ai terreni costituenti la sponda destra dell'Arno, vediamo che vi manca affatto il deposito pliocenico, e che le nude pendici dei monti pisani, e la falda meridionale della catena apenninica, composta come sappiamo di formazioni ben più antiche, si sommergono direttamente sotto gli strati alluvionali della pianura pisana, lucchese e bientinese. Questo fatto sembra assai strano, perchè le acque del gran golfo pliocenico doveano pur bagnare le pendici di quelle catene, e non si saprebbe come spiegare l'assenza dei loro depositi, se non ci soccorressero gli studii del Savi, il quale ha dimostrato come il suolo della Toscana, dopo la deposizione dei sedimenti pliocenici, abbia subito sulle due sponde dell'Arno un movimento d'altalena, in conseguenza del quale la regione che trovasi sulla sinistra del fiume si è sollevata, mentre la regione che trovasi sulla destra si è sprofondata in modo, che i sedimenti dell'epoca terziaria scomparvero, e le fiumane dell'epoca quaternaria deposero tutto intorno a quei monti, appoggiandola alle loro pendici, la congerie travolta nelle torbide loro correnti.

Pertanto nella Toscana centrale il mare pliocenico bagnava le falde occidentali della catena del Chianti, e si distendeva in ampio bacino sparso di molte isolette, formate in gran parte da gruppi appartenenti alla catena littorale. Questo arcipelago d' isole collocate nella Toscana centrale separava in due vasti bacini il mare pliocenico, cioè nel bacino della valle d'Arno inferiore e in quello del territorio Senese e Maremmano. I due bacini communicavano fra di loro per mezzo di due stretti, l'uno frapposto fra la Montagnola Senese e i monti del Chianti, l'altro fra la Montagnola e le alture del Campigliese. Nel mezzo di questo secondo stretto trovansi ora i villaggi di Radicondoli e di Belforte, e nel mezzo del primo la città di Siena. Or siccome in ambedue queste località gli strati pliocenici oltrepassano l'altezza di metri 500, così è forza concludere che anche quei fondi hanno subito l'effetto del sollevamento che ha creata la collina di Volterra. Parrebbe dunque che l'asse del sollevamento post-pliocenico nella Toscana centrale corra da ovest-sud-ovest ad est-nord-est, comprendendo le masse serpentinose del Volterrano, la Montagnola Senese e i monti del Chianti. Infatti è su questa linea che è disposto lo spartiacque della Toscana centrale, correndo da una parte i suoi fiumi al nord e dall'altra al sud.

Un'altra conseguenza del sollevamento fu la mutata direzione del corso dell'Arno. Alla fine dell'epoca pliocenica, l'Arno sboccando dal Casentino mettea foce presso Arezzo nel golfo di Val di Chiana, il cui sottosuolo è appunto formato dai sedimenti marini dell'epoca pliocenica. La valle d'Arno superiore, ossia il bacino di Figline conteneva un lago indipendente affatto dall'Arno, sulle cui sponde ombreggiate da fittissime foreste pascevano armenti di rinoceronti, di elefanti a cui servivano di sepoltura i suoi sedimenti, deposti tranquillamente sul fondo. — Ma allorquando il suolo di Val di Chiana, che si trovava appunto sull'asse di massimo sollevamento che intaccava la Toscana centrale, fu portato a maggiore altezza del suolo di val d'Arno, il fiume non potè più continuare il suo corso in linea retta, e allora deviando verso ovest penetrò nel bacino lacustre. Or questo probabilmente andava vuotandosi per la spaccatura che s'era formata, in quell'epoca di rivolgimenti, nei monti che

gli faceano barriera dall'Incisa a Pontassieve, e fu per questa medesima gola che si insinuarono le acque del fiume. Giunte nel piano di Firenze, gonfiate dai confluenti che prima alimentavano il lago, corsero al mare superando l'altra gola della Gomfolina, e colmando colle loro dejezioni il vuoto prodotto dallo sprofondamento dei monti Pisani. — Ma siccome questo mutamento nel relativo livello delle varie parti di Toscana non avvenne d'un tratto, così è assai probabile che l'Arno abbia continuato a metter foce in Val di Chiana per qualche tempo dopo che il mare s'era ritirato. In tutti i modi è certo, che la Val di Chiana si cangiò anch'essa in un bacino lacustre, il quale era ancor colmo d'acqua; quando già s'era vuotato il lago di Figline; pertanto nei sedimenti di questo abbiamo i resti di un lago pliocenico, e i resti di un lago quaternario nei sedimenti di quello. Questo fatto è attestato anche dal carattere delle faune, che sono diverse nei due bacini. Infatti mentre le sponde del lago di Figline erano percorse dal *Mastodon arvernensis*, dall'*Elephas antiquus*, dall'*Elephas meridionalis*, su quelle del lago di Val di Chiana vivevano l'*Elephas primigenius* e armenti di buoi, di cervi e di cavalli.

Nel golfo prodottosi all'aprirsi dell'epoca quaternaria per lo sprofondamento del monte Pisano, si ergeva questo come un promontorio collegato alla terra ferma per mezzo di un itsmo, attraverso il quale ora corre il Serchio. Intorno alle sue pendici e alla base dei monti di Lucca e di Pescia posano quei banchi potenti di rocce disaggregate, di cui già parlammo. I brani angolosi e assai grossi che li compongono furono strappati ai monti stessi a cui si appoggiano, e formano più a sud, ma sminuzzati e uniti a grande quantità di argilla, la lunga collina che divide, come sappiamo, i due piani di Bientina e di Fucecchio. Il Savi attribuisce l'esistenza di questi due gruppi di formazioni alla irruzione delle acque nel bacino circostante il monte Pisano. Alle falde dei monti rimasero i brani più voluminosi; nel mezzo del golfo erano trascinati gli altri sminuzzati e arrotondati, e quivi si univano ai sedimenti argillosi che venivano tumultuosamente recati dalle acque provenienti dall'altipiano meridionale.

Quella parte d'Italia che trovasi all'ovest dell'Apennino e corre dalla Toscana meridionale fino al golfo di Napoli, fu nell'epoca pliocenica il teatro di grandiosi fenomeni vulcanici. L'attività del foco interno si mantenne ancora vivissima nell'epoca quaternaria, e oggi l'ardente Vesuvio è l'ultimo testimonio che sia sopravvissuto a quell'epoca di incessanti e poderose eruzioni. Noi crediamo conveniente di comprendere in un quadro solo la descrizione di questa interessantissima regione. In tal modo invaderemo i confini dell'epoca quaternaria, ed anche quelli dell'epoca presente, ma riescirà assai più facile di formarci un concetto esatto della serie di avvenimenti, che si successero senza interruzione su quest'area relativamente assai ristretta; avvenimenti che percorsero di poco e accompagnarono la comparsa dell'uomo, e prepararono il suolo su cui discesero dall'Apennino gli Arii invasori, per fondarvi la più illustre città del mondo.

Il confine settentrionale della regione vulcanica dell'Italia centrale è segnato al nord dal corso del fiume Paglia da Orvieto ad Acquapendente. È questo fiume che divide l'altipiano tufaceo dai sedimenti pliocenici che si distendono a sud di Radicofani, deposti dal mare che si insinuava nella Val di Chiana. I monti di Castellazzari composti di calcari eocenici costituiscono l'angolo nord-occidentale della regione vulcanica. Ad ovest il confine è segnato primieramente dal corso del fiume Fiora, indi dalla spiaggia, ad est dal corso del Tevere da Orvieto a Monterotondo. Nelle valli del Paglia e del Tevere le formazioni eruttive scendono con precipite pendio, che chiaramente ne disegna l'orlo estremo; nella regione nord-ovest posano invece sulle basse pendici dei monti calcari, ma pur sempre in ogni parte del distretto vulcanico, si manifesta quella sua specialissima struttura a tavoliere perfettamente orizzontale, struttura che gli imprime un profilo completamente diverso da quello del paesaggio montuoso dell'Apennino e del paesaggio così mosso e ondulato della vicina Toscana.

L'altipiano non corre in linea retta fra Orvieto e Acquapendente, ma è frastagliato da frequenti rientranze. Qua e là dal piano della valle del Paglia sorge qualche isolato frammento di roccia vulcanica, che per la sua struttura compatta ha potuto resistere al lavoro erosivo delle acque che divoravano i molli strati del tufo. — L'altezza media della parte settentrionale dell'altipiano è di 1300 a 1600 piedi. Nel suo mezzo si apre il gran bacino del lago di Bolsena. Lo specchio di questo lago trovasi a 934 piedi sul livello del mare, e quindi circa 600 piedi sotto alla superficie dell'altipiano. Il bacino circolare non è circondato da colline che abbiano un pendio tanto all'esterno quanto all'interno, ma solamente da una specie di circonvallazione, per la quale si discende a picco nel lago. Sull'orlo di questa circonvallazione sorgono alcune colline, le quali interrompono il monotono profilo del paesaggio, come l'altura su cui posa la città di Montefiascone, e la doppia collina che si innalza a sud di Valentano. In causa del pendio generale dell'altipiano, la circonvallazione è più alta a nord che a sud. Or se si riflette che la media altezza nella parte, dove il vallo s'eleva maggiormente, non oltrepassa i 900 piedi, e che il bacino ha così vaste dimensioni orizzontali da contare da 10 a 12 miglia di diametro, appare manifesto che il suolo presenta quella struttura di eguale livellamento la quale si ritrova in tutti i territorj vulcanici, in cui l'attività eruttiva fu relativamente di corta durata, e non fu pertanto possibile la formazione di alte ed isolate montagne. L'aspetto del lago è assai poetico. Siccome le acque, così scrive il Rath, vanno quasi a lambire il piede del vallo, così assai ristretta è la spiaggia. Solo, verso il nord, dove dalle alture boscose scendono grossi torrenti, si distende per alcune miglia quadrate un suolo ben coltivato, da cui si innalzano precipiti le pendici dell'altipiano. Le alture della sponda orientale si scaglionano a due ed anche a tre terrazzi, mentre la sponda occidentale si profila in una linea lunga e boscosa. Bellissimo è l'aspetto della sponda, laddove, come nei dintorni di Bolsena, si distendono selve grandiose di castani, e le due isolette di Martana e di Bisentina col loro contorno tagliente abbelliscono la sponda meridionale. Pure su tutta quella vasta ed aperta regione regna un silenzio così profondo, è così debole l'imagine della attività umana, che si potrebbe credere di aver davanti agli occhi, non già il suolo di un paese così anticamente civilizzato, ma il paesaggio intatto ancora di un nuovo continente.

Sulla sponda occidentale del lago in mezzo a un vasto cratere circolare, sorge isolato il M. Spignano. La parete di quel cratere che è detto la valle di Latera, si addossa al vallo del lago di Bolsena, quasi a comprimerlo e ad interromperne il regolare andamento; una struttura che si osserva ripetutamente nei giganteschi crateri di cui è cosparsa la superficie della luna. — La parete che delimita il circo di Latera, appare continua ed imponente sui due lati che guardano a Settentrione e ad Oriente; ad Ovest vi si sostituisce un gruppo di alture irregolari, e verso Sud-Ovest il circo sembra aperto, perchè quivi la muraglia s'impiccolisce degradando al basso. È propriamente nel mezzo che sorge il M. di Spignano, in cui l'attività vulcanica non è spenta del tutto, manifestandosi ancora sotto forma di solfatara. Mentre una parte della superficie interna è occupata da questo monte centrale e dalle sue diramazioni, il resto è perfettamente piano, e sarebbe tramutato in un lago, se un taglio artificiale praticato nella parete di Sud-Ovest non desse scolo alle acque. Quella porzione della muraglia, che corre per la lunghezza di quattro miglia da Latera a Valentano, separando il bacino di Latera dal bacino di Bolsena è alta 300 piedi sul piano circostante, e il gruppo centrale ha l'altezza di piedi 450. Verso l'interno la muraglia discende a picco, dolce invece è il suo pendio verso il lago di Bolsena, — Oltre al vastissimo circo di Latera sorgono dall'altipiano di Bolsena due altre alture indubbiamente crateriche, e sono il colle di Montefiascone e il M. Gigliano. Il primo ha la forma perfettamente circolare; è aperto dal lato che guarda il lago e porta la città di Montefiascone sulla parte più alta del suo vallo. Il cratere di Gigliano è elittico, e contiene una palude; anch'esso si apre verso il lago e gli sorgono vicini due coni di scorie e di lava, il M. Nero e il M. Bisenzo, L'isoletta di Martana è pur foggiata a cratere e lo è pure, secondo il Pareto e il Gualterio, anche il M. Ingo al Sud di Montefiascone.

La costituzione geologica di tutta questa regione appare manifesta, quando se ne osservi l'orlo settentrionale, dove l'altipiano vulcanico co' suoi frastagliati contrafforti guarda la valle del Paglia. La città di Orvieto posa sovra un brano dell'altipiano che l'azione erosiva delle acque ha completamente isolato. La superficie di quell'altura ha una forma presso che elittica, misura circa un miglio nel diametro maggiore e inclina ad Est. L'altura che si erge 350 piedi sulla valle sottoposta, consta di due parti diverse di struttura e di composizione. La parte inferiore è foggiata a cono tronco, ed è costituita da argilla pliocenica. Questo cono è incoronato da un ammasso di tufo vulcanico della potenza di 150 piedi, tagliato a picco tutt'all'ingiro. La roccia che è il solito tufo della Campagna romana, contiene grossi brani di leucitofiro a sanidino e mica. Il suo clivaggio verticale gli dà l'aspetto di un rozzo colonnato. Fra il tufo e l'argilla che posano orizzontalmente l'uno sull'altra, è interposto uno strato della potenza di sei piedi di ciottoli e sabbia composto esclusivamente di calcari e selci provenienti dall'Apennino. Il tufo nel lato orientale dell'altura è coperto da uno strato di travertino della potenza di 30 piedi, la cui formazione deve essere avvenuta quand'ancora l'altura non era separata dal resto dell'altipiano. — Quest'ultimo ha precisamente la medesima struttura e composizione del colle d'Orvieto, colla sola differenza che superiormente al tufo e insinuati fra i suoi strati appaiono banchi colossali di lava. Ciò si manifesta evidente osservando il contrafforte che si avanza dirimpetto ad Orvieto dalla parte di Sud-Est. Dopo aver attraversata la valle che circonda l'altura della città, l'osservatore ascende un dolce pendio tutto cosparso di blocchi di lava. Ben presto si trova davanti a una rupe verticale dell'altezza di 100 piedi che forma per un tratto di circa un miglio lo spigolo del contrafforte. La roccia è una lava leucitica clivata a colonne come il basalte. In un punto veggonsi due correnti di lave separate da uno strato di scorie: in un altro perfettamente conservata la volta di lava, sotto cui corse il torrente di roccia fluida, come avviene le mille volte nelle recenti eruzioni. — Qui la lava è sempre un leucitofiro in parte compatto, in parte poroso con cristalli più o meno grossi di leucite. Alcune miglia più all'Ovest, lungo la via per Montefiascone posano sulla massa giallastra del tufo dei neri banchi di lava, in parte foggiati a colonnati, in parte tagliati in blocchi informi, ma insieme al predominante leucitofiro veggonsi dei dicchi potenti di una roccia compatta, a grana assai fina, che risulta di una infinita quantità di minutissimi cristalli di leucite ed augite.

Il profilo dell'altipiano continua colla medesima struttura fino ad Acquapendente. Al basso l'argilla plocenica, superiormente il tufo, e quindi la lava che forma lo spigolo della muraglia. Veramente sotto a Torre Alfina, secondo il Pareto, mancherebbe nella valle del Paglia l'argilla, e il tufo poserebbe sui calcari cretacei, ma ciò non dev'essere che un fenomeno affatto locale, poichè più all'Ovest sotto Acquapendente ricompare nella sua interezza la solita serie. Questa ci appare anche nel lato Nord-orientale dell'altipiano, laddove il suo pendio è volto alla valle del Tevere.

La regione occidentale dell'altipiano ha per confine, come sappiamo, il fiume Fiora sulla cui sponda destra sorgono le colline di Manciano formate di arenarie dell'epoca eocenica. Da quest'alture si contempla nel suo complesso il gran golfo marino che aperto a Sud, si insinuava a Nord fra gli Apennini dell'Umbria, e i contrafforti meridionali della catena maremmana, e il cui fondo fu colmato al chiudersi dell'epoca pliocenica dai prodotti dell'eruzioni vulcaniche. Se or si levasse questo mantello di roccie eruttive, apparirebbe una immensa estensione di argilla, la quale occuperebbe tutto il centro e la parte orientale dell'altipiano. — Il tufo vulcanico si mostra primieramente sulle pendici della valle del Fiora, ma non è che di scarsa potenza, e posa immediatamente sulle arenarie e sui calcari, in prova che le acque del mare pliocenico non giungevano in quei luoghi. Il tufo è coperto primieramente da uno strato ciottoloso e quindi da uno strato di travertino. Avanzando verso Est si vede aumentare la potenza del tufo, e infatti i crepacci verticali in cui corrono i torrenti, profondi da tre a quattrocento piedi, non rivelano che strati di tufo so-

vrapposti gli uni agli altri. Assai strano è l'aspetto del paesaggio in questa regione, perchè quei crepacci si aprono nella superficie livellata del piano, e discendono profondi con pareti verticali. Quando due o più fessure confluiscono, rimangono isolati dei brani di tufo circondati da burroni a picco. I villaggi di Pitigliano e di Sorano sono appunto costrutti su due di queste rupi.

In tutta l'estensione dell'altipiano il tufo conserva il medesimo carattere. Sono strati orizzontali o debolmente inclinati di tinta giallastra, di grande potenza, e i cui frammenti interclusi veggonsi completamente guasti ed alterati. È nell'aspetto l'identico tufo che si osserva in tutta la Campagna romana: se non che mentre in quest'ultima regione ha l'altezza di 500 piedi, nei dintorni d'Orvieto si innalza sino a 1500. Ciò non può dipendere che dal fatto che il fondo del mare su cui si deponevano quelle formazioni eruttive era già per sè stesso assai più elevato nella regione di cui parliamo che nella vicina Campagna, oppure da un sollevamento affatto parziale a cui andò soggetto l'altipiano di Bolsena. La regolarità della stratificazione e il modo con cui le argille plioceniche delle due regioni si collegano le une alle altre sono argomenti che appoggiano la prima delle suddette ipotesi. La causa che ha sollevato questi tufi è quella medesima che ha sollevata tutta la regione vulcanica dell'Italia centrale, la medesima di cui riconosciamo gli effetti nell'alto livello a cui veggonsi portate le giovani formazioni terziarie lungo le coste d'Italia, anzi lungo le coste di tutto il Mediterraneo.

Un diverso aspetto hanno i tufi, le sabbie e i lapilli delle alture di Latera e di quelle immediatamente circostanti al bacino di Bolsena, che sembrano accennare ad eruzioni avvenute a cielo scoperto. Andando da Sorano a Latera queste rocce appaiono primieramente nella località di Casone. Qui si vede il solito tufo giallastro coperto da un'altra roccia tufacea grigiastra a frammenti e cristalli di leucite e di sanidino: roccia che sembra esser discesa dall'orlo Nord-occidentale del cratere di Latera. Continuando la salita del vallo trovansi strati di lapilli e di pomice, e una corrente di lava presso Latera. Di tufo grigiastro è incoronata la parete che corre da Latera a Valentano, e quest'ultimo villaggio è collocato sulle pendici di un doppio cono di scorie. Assai potente è il medesimo tufo nel tratto che si antepone fra Latera e Gradoli, dove appare a strati contorti e spezzati che formano il più chiaro contrapposto coi regolarissimi giacimenti del tufo deposto sul fondo del mare. Secondo il Pareto, son di lava le colline che circondano il lago di Mezzano. Il cono centrale possiede sulla vetta un avvallamento circolare, che fu certamente una bocca eruttiva, e la solfatara che trovasi alle sue falde è l'ultima traccia della sua passata attività. Siccome però in più luoghi sotto a questo mantello di rocce superficiali affiora il tufo marino, così siamo indotti a credere che le eruzioni atmosferiche del vulcano siano state di corta durata, e pertanto non molto considerevole la mole dei materiali eruttati; avea appena sollevato il capo fuori dell'onde, che si spense il foco che covava nelle sue viscere.

Se il circo di Latera può ritenersi un vulcano atmosferico analogo nella forma e nelle dimensioni non già al Vesuvio od all'Etna, ma bensì agli enormi crateri dell'isola di Giava, una simile determinazione sembra non possa valere pel bacino di Bolsena. Questo bacino ha un diametro di dodici miglia, tre volte più grande del più grande cratere terrestre. Un tal fatto, già per sè stesso induce ad escludere quel bacino dalla classe dei crateri propriamente detti, e l'induzione è confermata dalla mancanza di un orlo rialzato, e dalla direzione di molte correnti di lava, le quali evidentemente dalle superficie dell'altipiano son discese nel bacino. Per l'intelligenza della sua struttura è assai interessante lo studio delle alture che circondano Bolsena. Rupi composte di un conglomeramento di lava leucitica sorgono sopra un basamento di tufo scoriaceo sparso di pomici, di lapilli e di scorie nere, disaggregate: e tutto il complesso di queste formazioni è inclinato verso il lago. Si noti d'altra parte che la muraglia, la quale delimita il bacino è scaglionata in tre terrazzi. Il terrazzo superiore, alto sul livello del lago poco più di un centinaio di piedi è formato di tufo con dicchi di leucite; è su di esso che era costrutta la città etrusca di Vulsinio. Il secondo terrazzo s'innalza 600 piedi sul lago; il terzo for-

mato di trachite a sanidino, si confonde colla superficie dell'altipiano. Ora l'ipotesi che meglio si attaglia a questo complesso di fenomeni è quella che attribuisce l'esistenza del bacino di Bolsena ad uno sprofondamento, avvenuto a più riprese. Intorno agli orli della grande depressione che così si è formata si aprirono le bocche eruttive che vomitarono le lave e le scorie. — Nel vallo del bacino di Bolsena la trachite non vedesi che in due punti, cioè, sul terzo gradino ora descritto, e sulla parete che divide il lago dal circo di Latera. Esso è una roccia più antica della lava leucitica, delle scorie e dei lapilli che costituiscono la parte più considerevole dei materiali eruttati. Percorrendo sul lido del lago la via che conduce da Bolsena a Viterbo si attraversano continuamente potentissimi ammassi di scorie, di pomici e di lapilli, interrotti di quando in quando da correnti di leucitofiro, talvolta stupendamente foggiato in pilastri e colonnate. Il monte su cui è costrutta la città di Montefiascone, colla sua forma craterica, rivestito di scorie, solcato dalla lava, segna il punto centrale delle più recenti e poderose eruzioni.

I monti craterici riuniti intorno al bacino di Bolsena sono separati dai monti Cimini, per mezzo di un gran piano costituito dagli strati del tufo giallastro della Campagna. Questi monti formano, all'Est di Viterbo, un gruppo di rocce trachitiche. Il piano circostante su cui è costrutta la città di Viterbo, consta superiormente di uno strato di trachite a cristalli di leucite, conosciuta col nome locale di *petrisco*. Poggia il *petrisco* sovra un gran banco di tufo, e questo a sua volta sovra uno strato di trachite a oligoclasio, la quale s'innalza a formare il nucleo dei Cimini, mentre le due altre rocce la accerchiano sulle basse pendici dei monti. Pertanto non solo la trachite è più antica del tufo e del petrisco, ma quando queste furono eruttate, la trachite già si era sollevata. Sotto a questa, negli spaccati più profondi, si rivelano le argille del mare pliocenico.

Il cratere di Vico che sorge al Sud-Ovest dei monti Cimini, dai quali è diviso da un breve avvallamento è una delle più interessanti montagne che si offrano allo sguardo del geologo. — Sovra una larghissima base che da Viterbo a Sutri misura 11 miglia e da Vetralla a Valerano circa 10, si innalza con molle pendio un cono potente; il quale contiene un cratere del diametro di quattro miglia. Le vaste dimensioni del circo, le pendici selvose che scendono precipiti per una profondità di seicento od ottocento piedi, il lago che avviva una parte del piano, il picco centrale che sorge sul lido di questo ed eguaglia in altezza il punto il più alto del vallo circolare, costituiscono un paesaggio che desta la più viva impressione (fig. 170).

La muraglia del cratere di Vico è quasi perfettamente circolare: solamente sul suo fianco occidentale osservasi una specie di promontorio, il M. Fogliaro, il quale si avanza nell'interno e ne impiccolisce l'area. Rupi scoscese sovrastano qua e là alle boscose pendici. Sul lato sud-orientale la circonvallazione si abbassa di molto ed è appunto in questa parte che avviene l'efflusso delle acque del lago. Sul lato settentrionale l'altezza della muraglia è di circa 2500 piedi sul livello del mare e ancor più elevato è il M. Fogliaro. Il picco interno detto il M. Venere, sorge con regolare pendio per 800 piedi dal fondo del cratere, sopra una base circolare che ha la circonferenza di circa quattro miglia, e raggiunge l'identica altezza della parete settentrionale. Un tempo le acque del lago occupavano tutta la valle e il M. Venere sorgeva come un isola. Ora essendo stato aumentato artificialmente l'efflusso, le acque si ritirarono nella parte meridionale del cratere. Gli scrittori antichi narrano che in quel lago giace sepolta una città, storia o leggenda che accenna a convulsioni vulcaniche avvenute sotto gli occhi dell'uomo. — Mentre i vicini monti Cimini non contengono che trachiti, i prodotti eruttivi del monte di Vico non constano che di lapilli, scorie leucitiche e di leucitofiri. — Il nucleo della montagna è formato dal tufo giallastro, attraversato da correnti di lava, e cosparso di vasti ammassi di lapilli. — Il M. Venere è un mucchio di lapilli e di scorie. La parete settentrionale del circo è tutta coperta da scorie nerastre, le quali si allargano sulla sottoposta pianura, e vanno a toccare le pendici dei monti Cimini.

Fra i monti Cimini e la città di Roma sorge il gruppo costituito dai vulcani Sabatini o di Bracciano. Questo gruppo rammenta per la forma generale e la struttura

de' suoi monti la regione vulcanica dell'Eifel sulle sponde del Reno, poichè tanto in un paese come nell'altro le bocche vulcaniche non hanno avuto un'azione molto prolungata, e non hanno eruttata una massa sufficiente di materia per formare un cono imponente. La forza sotterranea eruppe or qui or là senza che vi fosse un vulcano dominante che si facesse centro alle molteplici manifestazioni. La roccia attraverso alla quale sgorgarono i prodotti dei vulcani Sabatini è il tufo della Campagna; i lapilli e le lave attraversandone le spaccature escirono allo scoperto, e si rovesciarono sovra di esso, in masse assai potenti, come ce lo attesta fra molte altre la poderosa corrente di lava leucitica, estremamente cristallina, che dall'orlo del bacino di Bracciano discende verso Roma e in cui è tagliato il letto del torrente Arrone. — Il lago di Bracciano è dopo quello di Bolsena il più vasto dei bacini vulcanici italiani. Ha una forma perfettamente circolare; la sua periferia misura 16 miglia, ed occupa una depressione le cui dimensioni verticali sono assai piccole in confronto delle orizzontali. Sullo specchio del lago si innalza una ripida parete, in parte bagnata dalle acque, in parte separata da queste da una striscia sottile di terreno. Il punto più alto di tutta la circonvallazione è il cono di Rocca Romana che ha l'altezza di 1892 piedi. Verso occidente la parete si abbassa, così che Bracciano trovasi a 939 piedi. — Nel suo complesso questo monte, che racchiude il lago, forma un cono assai piatto, il quale si innalza mollemente dalla circostante Campagna. Il Rath inclina a vedervi come nel già descritto lago di Bolsena il prodotto di un lento sollevamento, seguito da uno sprofondamento dell'interno, e pertanto lo esclude dalla classe dei crateri propriamente detti. Ma crateri lo sono indubbiamente i molti coni a punta incavata che sono sparsi sulle sue pendici e che compongono

Fig. 170.

una schiera numerosa di coni parassiti, come quelli dell'Etna, e che devono la loro esistenza alle molteplici eruzioni di questo grande focolare vulcanico. — I dintorni del lago di Bracciano sono costituiti in parte dal solito tufo, in parte da lava leucitica e da strati lapillici, in parte da trachite. Il tufo forma propriamente tutta la compagine della montagna ed è attraversato da correnti talvolta grandiose di lava, le quali sgorgarono principalmente dal lato di mezzogiorno e di ponente. La trachite è limitata ai due crateri di M. Virginio e di S. Vito i quali forse più che una dipendenza del gruppo di Bracciano debbono considerarsi come congiunti al gran gruppo trachitico dei monti della Tolfa, che sorgono al Sud-Est di Civitavecchia. Fra i crateri circostanti al lago di Bracciano uno dei più importanti è quello che oggi è colmato dal lago di Martignano. Ha il diametro di circa un miglio e mezzo; la sua forma è un poco irregolare per il fatto che molti altri piccoli coni gli si addossano e ne scompigliano la struttura. La parete che lo ricinge sul cui orlo sorgono rimpetto l'uno all'altro i due monti di S. Caterina e di S. Angelo, consta di tufo a strati sottili che contengono pezzi di scorie e di lave leucitiche. — Più grande ancora è il cratere di Baccano che immediatamente confina con questo di Montignano dal lato d'Oriente. — Una scogliera alta 300 piedi serve di barriera fra i due circhi; si veggono sempre le medesime roccie, tufi, lave leucitiche e lapilli. Due altri punti di questa regione, dove l'attività vulcanica si è manifestata assai potente, sono le località dove or sorgono i due coni di M. Lucchetti e di M. Rossi fra il monte di Bracciano e il M. di Vico. Il primo è un cono di scorie da cui venne eruttata un'enorme quantità di ceneri e di lapilli, che hanno coperta tutta la regione circostante, e costituiscono un tufo speciale distintissimo dal tufo fondamentale della Campagna romana. Monte Rossi è un cratere che or contiene un piccol lago. Fortissime correnti di lava sgorgarono da questo cono. La più potente di queste penetrava nella valle del Cerreto e ne è ancor riconoscibile il punto di trasbocco sul fianco occidentale del piccolo monte.

Or passiamo ad osservare l'altro gruppo di origine vulcanica che sorge nella pianura romana, presso la sponda del Mediterraneo; il gruppo della Tolfa. Si estende questo gruppo da Cervetri fino a Monte romano e Corneto; tocca all'ovest il mare, mentre ad est si congiunge, come vedemmo, per il monte Virginio ai vulcani di Bracciano. Questo gruppo della Tolfa consta di un complesso di alture squallide e disordinatamente disposte le une presso le altre. Ripide e boscose colline dominate da rupi bianche e rossastre corrono in tutte le direzioni; profonde fessure serpeggiano qua e là, senza che si possa scorgere fra di esse un nesso qualsiasi. Il flagello delle febbri vi è dominante, misera l'agricoltura, e in complesso è una assai triste regione. Come nucleo del gruppo si può considerare quell'insieme di alture che è delimitato a sud dal corso del Verginese, ad est e a nord dal corso del Mignone, e che verso occidente per molti gradini inclina al mare. Questa regione è attraversata da molte vallette fra cui la più importante è quella del Fosso cupo, ed è caratterizzata dalle cupole colossali che sovrastano a tutto il rilievo. — A sud del Verginese sorge in mezzo a boscosa regione il monte Tolfaccio, all'altezza di 1763 piedi. Più a sud la regione si abbassa gradatamente fino alla pianura, l'ultima altura considerevole è il monte Santo che raggiunge l'elevazione di 1249 piedi. Presso le rovine della etrusca Ceri si ripone il piede sul tufo fondamentale della campagna. Per tutto il tratto che corre da Torre Orlando presso Civitavecchia a S. Severo le propagini del rilievo si spingono fino al mare. Da quel punto in avanti si frappone fra la montagna e la spiaggia un piano alluvionale assai vasto. — Il gruppo della Tolfa consta di un nucleo di trachite circondato da una massa assai potente di calcari. In questi calcari, che però non vennero finora studiati colla voluta diligenza, sembra vi siano strati rappresentanti le formazioni giuresi: e in alcuni scisti rossi, arenacei e talcosi, che qua e là affiorano, vuolsi vedere la ricomparsa del terreno paleozoico. Però, secondo l'opinione generalmente ammessa, la massima parte di quelle rocce calcari appartiene al terreno eocenico. — In tutti i modi è evidente che il gruppo della Tolfa si distacca intieramente per la sua costituzione geologica dai gruppi vulcanici coi quali è confinante; ed è probabil-

mente più conforme al vero il congiungerlo a quei molteplici sistemi di alture di cui altrove constatammo la posizione lungo la costa occidentale d'Italia e che formano un lungo quantunque interrotto rilievo parallelo alla catena dell'Apennino. Erano i monti della Tolfa già sollevati ed avevano il loro attuale profilo quando i vulcani della pianura romana eruttavano sul fondo del golfo pliocenico i materiali che or ne formano il suolo. Infatti, secondo Hoffmann, le valli sul versante orientale sono empite di tufo che vi si è insinuato e forma rupi ed isolette rose dalle acque, mentre i calcari e le trachiti s'innalzano a formare le montagne. — I calcari sono assai ricchi di minerali. Vi si vollero cercare grandi giacimenti di combustibile fossile; non si riuscì ad alcun pratico risultato dal lato industriale, ma questa ricerca fu causa che vi si scoprissero i resti di una bellissima flora, in cui predominano i generi *Musa* e *Dracœna*, che appartiene indubbiamente all'epoca eocenica. — Abbondanti sono i filoni di ferro che tagliano gli strati di calcare il quale nella immediata vicinanza del minerale ha assunto una struttura granosa e cristallina. Alcuni di questi filoni danno un minerale eccellente, altri invece contengono col ferro una notevole quantità di fosforo; il lavoro delle miniere è ancora assai attivo. — La trachite costituisce nella regione della Tolfa una massa centrale di forme trapezoidali, i cui quattro angoli sono rappresentati dal monte delle Grazie, dalla Rocca, dalla Costa del Tiglio e dal monte Sasseto. L'estensione di questa massa trachitica è di circa tre miglia su una linea che corre da nord a sud e di cinque miglia lungo il suo confine settentrionale. Oltre a questa massa, la trachite si manifesta in alcune cupole isolate, fra cui più cospicua è quella di monte Tolfaccio. Verso ovest la trachite si spinge fino alle colline di Torre d'Orlando, e si estende in vasti espandimenti nella regione sud-orientale, dove forma fra le altre vette il monte Santo, il monte Tosto, il monte Cerquara.

Nella trachite della Tolfa si distinguono due varietà; l'una è una roccia grigia pallida, compatta, in cui veggonsi sparsi grossi cristalli di sanidino e piccoli cristalli di oligoclasio: è una roccia che ha grande analogia con quella del monte Amiata e quella de' colli Euganei. Predomina nella regione settentrionale dove si manifesta in banchi così regolari che quasi si crederebbe di esser davanti ad una formazione sedimentaria. Questi banchi a poco a poco per opera del clivaggio e della erosione si dividono in masse globolari e queste in sabbie dove si raccolgono in abbondanza i cristalli di sanidino. — La seconda varietà di trachite costituisce una roccia estremamente alterata di cui va cercata la forma originaria in una trachite retinitica che qua e là si presenta e forma il Poggio della Capanna nella valle del Verginese. È nerastra, rilucente, a grossi cristalli di sanidino, e a piccoli, ma numerosissimi cristalli di augite. Da questa trachite si formò per lavoro metamorfico quella roccia che si trova diffusa in tutto il paese fra l'Allumiere, Tolfa, Trinità e la Cava. Il tratto più caratteristico di questa trasformazione è che anche quando la matrice si è conservata, i cristalli si sono guasti e sono caduti e il loro posto è occupato da una sostanza bianca caolinica, o da cristallini di allume. Talvolta tutta quanta la massa trachitica si è trasformata in caolino, per cui il paesaggio riesce cosparso di bianchissime macchie. — È appunto in vicinanza di queste trachiti alterate che trovansi le miniere di allume: la sede principale ne è il paese che giace all'ovest di Tolfa; la più importante, quella di Gangalandi fra Tolfa od Allumiere, consta di un filone principale dello spessore di tre metri, il quale poi si divide in quattro tronchi, che a lor volta si scindono e si ramificano disegnando una rete sulla superficie della trachite alterata. E questa poi anche attraversata da grandi dicchi di caolino e di quarzo, e tutti questi fenomeni formano col loro complesso un quadro così complicato che riesce assai difficile il formarsene un concetto pel geologo che non abbia acquistata la pratica del luogo. — Nella regione allumitica della Tolfa è completamente spenta l'attività vulcanica, e nessuna solfatara, nessun vapore si svolge dai crepacci delle trachiti. Eppure altre volte le emanazioni sulfuree vi debbono essere state oltremodo possenti, poichè è ad esse solo, cioè, alla azione dei vapori di zolfo sui minerali felspatici componenti la trachite che devesi la formazione dell'allume, il quale, come è noto, è un doppio

solfato di soda e di allumina. Tanto l'esperienza del chimico, quanto l'osservazione diretta del fenomeno nei luoghi dove l'allume va tuttora formandosi come sarebbe l'isola di Milo nelle Cicladi, non lasciano alcun dubbio sulla causa del fenomeno stesso e sul modo con cui si effettua.

Il suolo su cui è costrutta la città di Roma e i suoi immediati dintorni formano una regione che possiede pel geologo la più viva attrattiva. Gli spaccati che il Tevere ha tagliato alle falde de' suoi colli ci rivelano colla serie de' terreni tutte le vicende a cui andò soggetta quella regione dall'aprirsi dell'epoca pliocenica fino ad oggi, mentre nei monti Albani si conservano intatte le forme di un possente vulcano che ardeva ancora quando l'uomo dalle vette dell'Apennino già s'era avventurato a discendere al piano.

La campagna, nel cui mezzo sorge la città di Roma è una vasta pianura, interrotta di quando in quando da molli sollevamenti e dalle valli d'erosione che pongono a nudo la costituzione geognostica del suolo. Fra queste valli le due più importanti sono quelle del Tevere e dell'Aniene. — Il Tevere dopo essere, presso Orvieto, escito fuori dalla catena Apenninica, unitosi al Paglia, corre per circa quaranta miglia al piede dell'Apennino stesso, formando il confine della regione vulcanica. Giunto a sud-est del monte S. Oreste, l'antico Soratte, volge il corso a sud e a sud-ovest, tagliando quella regione in tutta la sua larghezza. La valle che è depressa sotto al livello della campagna per circa cento piedi, è larga da uno a cinque miglia, e il punto più opportuno per studiarne la struttura lo abbiamo nei colli su cui posa la città di Roma. Le alture della sponda sinistra superano di molto in elevazione le alture della sponda destra, alcune delle quali, il Pincio, il Quirinale, l'Esquilino, il Celio sorgono dal piano tufaceo che forma la superficie della campagna; altre, quali il Capitolino, il Palatino e l'Aventino sorgono dal fondo della valle. Sulla sponda destra alle colline del Vaticano e del Gianicolo comprese nella cerchia della città, si unisce all'infuori di questa il monte Mario che è la più cospicua di tutte le alture romane. — Per lo studio della costituzione geognostica del suolo di Roma sono importantissime queste colline della sponda destra, perchè nella parete che è rivolta al fiume rivelano uno spaccato naturale di tutti gli strati componenti quel suolo.

Al piede del monte Mario e del Vaticano, affiora come intima formazione l'argilla azzurra del pliocene inferiore. Gli strati ne sono pressochè orizzontali e assai fossiliferi i più profondi. Si ponno constatare anche a valle di Roma, formanti un orlo più o meno potente lungo il corso del fiume e sulla spiaggia del mare fino a Corneto: li abbiam già veduti a monte intorno ad Orvieto e sulla valle del Paglia. Alle argille azzurre sono immediatamente sovrapposti gli strati della sabbia gialla che appartengono al pliocene superiore. Vi si distinguono tre piani ricchissimi di fossili, fra i quali tutti i più caratteristici di questo terreno, come *Panopæa Faujasi, Pecten Jacobeus, Terebratula ampulla,* ecc. — Sovra le sabbie gialle posano degli strati di ciottoli appartenenti anch'essi al pliocene e che debbono pertanto esser tenuti ben distinti dagli ammassi ciottolosi alluvionali che or empiono la valle del Tevere e dell'Aniene. Che questi strati siano anteriori ai depositi vulcanici lo prova alla evidenza il fatto che in essi si cercherebbe invano un ciottolo, un pezzetto qualsiasi delle roccie eruttive comuni in quei dintorni, constando essi intieramente di ciottoli calcari e di brani di selce strappati all'Apennino. — Formano questi strati il tetto della formazione pliocenica e contengono numerosi avanzi di grossi mammiferi, quali *Elephas meridionalis*, *Mastodon arvernensis, Rhinocerus incisivus.*

Sovrapposti agli strati ciottolosi del pliocene troviamo il tufo vulcanico. Questa roccia costituisce il pavimento della regione vulcanica dell'Italia media per una lunghezza di cento miglia da Acquapendente e Sovana fino a Cisterna e a Segni e

per una larghezza di trenta dal lido del mare al piede dell'Apennino: Anzi alcuni frammenti veggonsi insinuati fra le diramazioni e nei seni di questa catena. E perfettamente stratificato e questo fatto già ci prova che esso rappresenta una formazione sottomarina. Vi si trovano contenuti numerosi brani di trachite pomicea e strati intieri di pomice, e pezzetti di scorie leucitiche arrotondate e nere. Vi si veggono pur anche interclusi dei brani di calcare, strappati indubbiamente per forza eruttiva dalla roccia fondamentale della regione. — Il tufo può scindersi in due varietà, l'una assai porosa e grossolana, l'altra fina, compatta, rossastra, assai acconcia ad essere adoperata come pietra da costruzione. È questa roccia che nell'interno della città forma la Rupe Tarpea, e la vetta settentrionale del Capitolino su cui posa la chiesa di Santa Maria in Aracœli. — Scarsissimi sono i resti organici trovati nel tufo: si limitano ad alcuni denti di rosicchiante, a qualche conchiglia, e ad alcuni avanzi di piante terrestri; vennero quest'ultime trovate lungo una linea che orla l'Apennino e che segna l'antica spiaggia.

Sembra che il punto d'origine da cui eruppe questa immane quantità di roccia debba cercarsi nelle montagne che circondano i laghi di Bracciano e di Vico, cioè nei vulcani Sabatini e Cimini; poichè questi monti posseggono tutti i materiali che entrano nel tufo, leucitofiri, trachiti, e trachiti leucitiche; mentre i monti Albani posseggono esclusivamente leucitofiri, e, come or ora vedremo, sono di origine posteriore alla formazione della roccia fondamentale della campagna. — In forza pertanto delle grandiose eruzioni che sul finire dell'epoca terziaria ebbero luogo dalle gole vulcaniche di Viterbo e di Bracciano, e i cui prodotti si deponevano sul suolo di un mare poco profondo, a gradi a gradi quel suolo veniva rialzato. Anche al giorno d'oggi le eruzioni che avvengono in mare debbono produrre ammassi di tufo più o meno potenti, solo i punti più alti assorgono sul livello delle onde e si foggiano a coni, a crateri rivestiti di formazioni che chiaramente accennano ad eruzioni atmosferiche. Così avvenne nella campagna romana, dove le coniche alture constano di scorie rotolate, di lapilli e di ceneri in aperto contrasto coi banchi di tufo deposto sotto le onde. — Quando il suolo fu tutto sollevato, i due fiumi Tevere ed Aniene, il cui sbocco nel mare avveniva per il primo presso Orvieto, e per il secondo presso Tivoli, prolungarono il loro corso, tagliandosi il letto nelle roccie facilmente erodibili, e così formando valli assai vaste che poi furono coperte da depositi ciottolosi per mezzo di correnti indubbiamente più potenti di quelle che or strisciano sul fondo.

Superiormente al tufo posano i giacimenti dell'epoca quaternaria, ciottoli e sabbia, e i travertini. Mentre i ciottoli pliocenici si mantengono a un livello determinato fra la sabbia gialla e i tufi vulcanici e costituiscono degli strati orizzontali e continui; i ciottoli quaternari si mostrano come ammassi irregolari lungo le pendici delle valli. Constano di calcari e di selci dell'Apennino, a cui si aggiungono le roccie vulcaniche in quantità strabocchevoli. — Or siccome questi strati ciottolosi dall'epoca quaternaria constano in parte di materiali strappati ai più antichi strati alluvionali del pliocene, così è naturale che vi si contengano gli avanzi di quei grandi mammiferi che vissero appunto nell'epoca pliocenica e lasciarono le ossa nei terreni di queste. Se non che a torre ogni inganno sull'origine loro, quei resti organici portano evidentemente la traccia delle vicende a cui furono esposti. Infatti nei banchi quaternari non trovansi mai scheletri conservati in tutto o in gran parte dei fossili appartenenti alla fauna pliocenica, ma le loro ossa sono disunite, sparse qua e là e rotolate, e non trovansi che inferiormente al punto dove il fiume ha raggiunto lo strato fossilifero del pliocene. — Pertanto negli strati quaternari mescolati ai resti di elefanti, rinoceronti e ippopotami, trovansi quelli di una fauna veramente contemporanea alla loro formazione e caratterizzata dalla presenza del *Bos primigenius*, dell'*Equus fossilis*, del *Cervus elaphus*, del *Castor fiber*, ecc.

Se gli strati ciottolosi debbono l'origine loro all'azione meccanica dell'acqua il travertino è una deposizione chimica delle correnti apenniniche sature di carbonato di calce. Specialmente rimarchevoli sono i giacimenti di travertino lungo il corso dell'Aniene. Non vi è distribuito irregolarmente, ma si trova là dove il fiume forma o formava cascate, e là dove le sue acque stagnavano in bacini lacustri. A

seconda di questa diversità di luogo è diversa la struttura della roccia: là ha l'aspetto di una massa spugnosa, qui è omogenea e compatta. La località veramente classica pei giacimenti di travertino è il piano di Tivoli dove gli strati di quella roccia hanno rivelato nelle vicinanze di Monticelli una fauna quaternaria ricchissima, cani, jene, volpi, il *Bos primigenius*, l'*Equus fossilis*, il *Sus aper*, topi, pipistrelli, molti gasteropodi d'acqua dolce e terrestri, e tracce dell'uomo.

Or diamo uno sguardo d'insieme alla storia del suolo della campagna romana. — Sulla fine dell'epoca pliocenica la regione che si estende dalla giogaja dell'Apennino al mare e che comprende i dintorni di Orvieto, di Viterbo e di Roma era sommersa. Solo il gruppo della Tolfa colle sue trachiti era già sorto, e segnava in mezzo alle acque il prolungamento di quella catena che oggi è la catena littorale del continente italiano. — Il Tevere mettea foce nel mare all'uscire dall'Apennino, e vi metteano foce direttamente tutti i suoi tributari. Poscia ebbe luogo un sollevamento di tutto il suolo che successe allo squarciamento, avvenuto sotto alle acque, di tre bocche vulcaniche, per le quali una mole immensa di materie venne eruttata e deposta orizzontalmente sul fondo del mare. Così a poco a poco, i tre sistemi vulcanici di Bolsena, di Vico e di Bracciano alzarono sopra il livello delle onde i loro pinnacoli ardenti, donde pioveano sul golfo circostante nembi continui di ceneri e lapilli. — Intanto quel golfo per l'effetto del continuo sollevamento e per quello dell'accumulamento di sì gran mole di materia andava sempre più restringendosi. Il Tevere unitosi al Paglia, al Velino, al Farfa correva lungo le falde dell'Apennino, disegnando colle curve della sua corrente il rilievo già esistente dei tre gruppi vulcanici. Il gruppo della Tolfa si attaccava al continente e si tracciava il contorno della campagna romana. Quando il rilievo del paese ebbe raggiunto lo stadio che ora abbiamo descritto, possiamo dire forse incominciata l'epoca quaternaria o post-pliocenica, quell'epoca, cioè, dopo la quale la configurazione del suolo non venne essenzialmente mutata da grandi sollevamenti, e vi si iniziò per la posizione relativa del mare e delle terre quel rapporto che con lievi modificazioni perdura ancor oggi. Ma fortissima fu in quell'epoca l'azione delle fiumane le quali discendendo al piano con immensi volumi d'acqua, vi deponevano i banchi di sabbie, di argille e di ghiaie che or ne formano il suolo e nei quali il fiume stesso si scavò a poco a poco l'alveo incassato e ristretto in cui oggi scorre. Nella regione delle prealpi italiane questi grandi fenomeni diluviali coincidono colla fine dell'epoca glaciale, sono in parte una conseguenza dello scioglimento dei poderosi ghiacciai che si erano spinti fino al lembo delle nostre pianure. Nell'Italia centrale e meridionale, i ghiacciai, se pur vi furono non ebbero che una importanza affatto locale e secondaria; pertanto le poderose alluvioni dell'Arno e del Tevere non ponno attribuirsi che all'eccesso delle pioggie, fenomeno che si accorda perfettamente con quello della grande estensione dei ghiacciai nelle regioni settentrionali ed alpine. — Importantissime per la cognizione del rilievo nelle varie epoche che ora abbiamo accennate sono le misure dell'altezza raggiunta nella regione romana dai depositi marini, pliocenici, vulcanici e quaternari. I primi si innalzano a 270 metri sul livello del mare, i secondi a 194 e gli ultimi a 30. Da ciò deducesi che alla fine dell'epoca pliocenica ebbe luogo un sollevamento di 176 metri; dopo l'epoca della formazione dei tufi un secondo sollevamento di 164 metri; e dall'epoca quaternaria ad oggi un sollevamento di 30 metri.

Il suolo formato dai materiali ora descritti costituisce il pavimento della campagna romana e venne tagliato dal Tevere il quale dopo averla, nell'epoca quaternaria, allagata in gran parte colle sue torbide fiumane, finì per scavarsi un letto ne' suoi propri sedimenti e nei tufi e nelle argille che facilmente erodeva. In quest'ampia fossa, ch'esso empiva, il fiume correva al mare e vi metteva foce a Pontegalera, a dieci miglia da Roma. Qui un rialzo che corre parallelo al lido indica appunto la sponda antica e a togliere ogni dubbio valgono i sedimenti e le conchiglie marine che vi si trovano alla base. Sul fondo della valle le acque del Tevere deponevano sabbie ed argille, ciottoli calcari, frammenti di tufi, pezzi di lava, d'ogni specie e grossezza. In questo complesso di materie, sparsi con grande abbondanza

ossami di mammiferi, in parte strappati agli strati pliocenici, in parte contemporanei come quelli dell'*Elephas primigenius*, del *Bos primigenius*, di cervi e di cavalli. — Laddove le acque stagnavano in tranquille insenature si formavano banchi

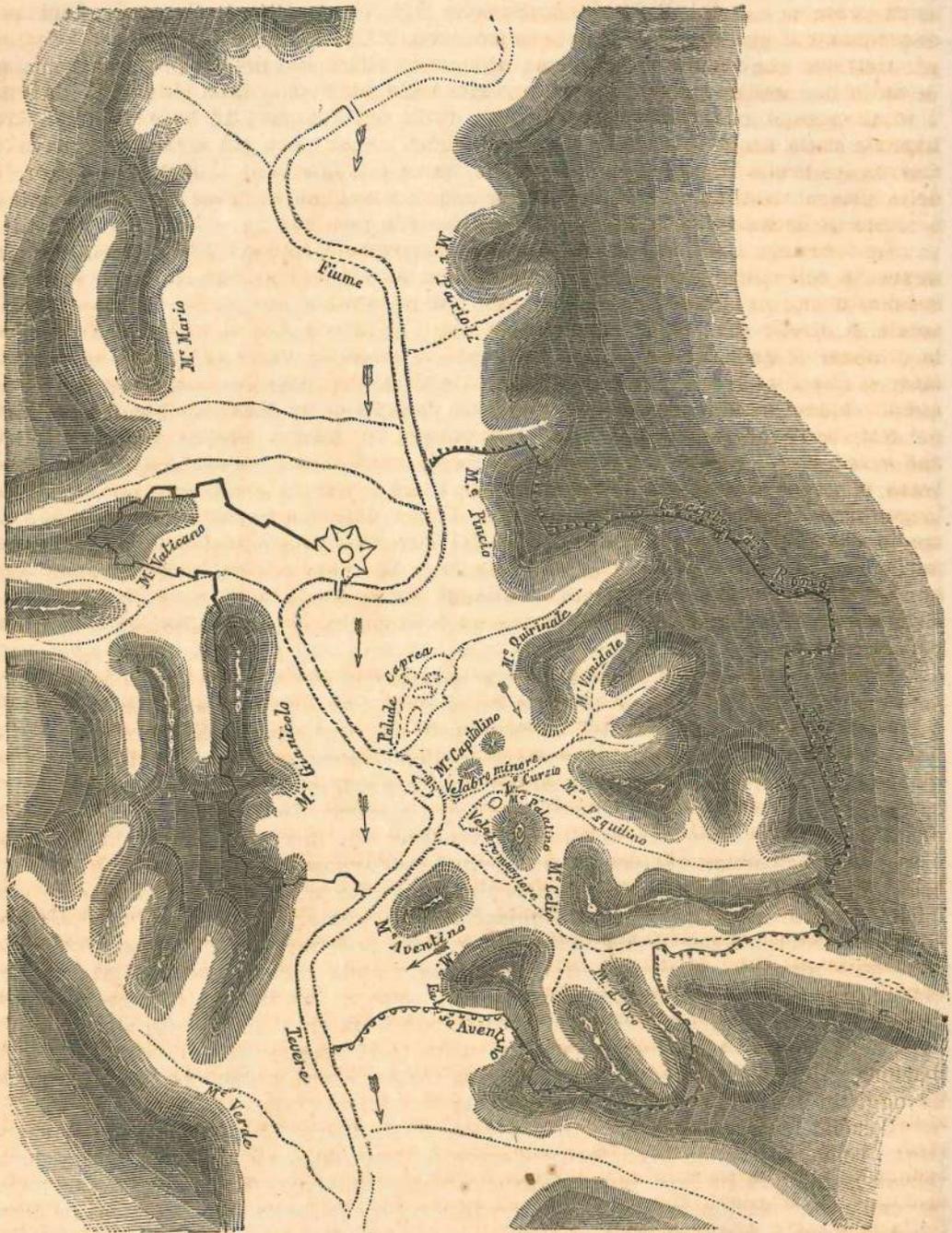



Fig. 171.

di travertini. — Su questi sedimenti dell'antico fiume, il Tevere dell'era moderna ha deposto le sue sabbie finissime argillose.

Allorquando il fiume empiva tutta la valle, là dove or trovasi la città di Roma sorgevano quattro isolette. Due di queste erano costituite dalle cime del Capitolino,

l'altra da quello del Palatino, l'ultima è più grande di tutte dalla cima del Vero Aventino. Gli interstizii fra quelle isolette e le insenature lungo la linea dei colli sono ora ricolme di depositi fluviali, così che non è difficile di formarsi un concetto dell'aspetto della valle in quell'epoca rimota, e la carta che qui riproduciamo dal Ponzi ne rappresenta chiaramente la configurazione (fig. 171). — Quando l'acque diminuirono di potenza e si aprì propriamente l'era moderna, il Tevere si raccolse nel letto assai più ristretto che occupa ancor oggi; ma questo ritiro avvenne a gradi a gradi, e in modo da lasciare vaste paludi stagnanti nelle parti più basse della valle antica. I primi abitanti di Roma, raccolti sulla vetta del Palatino, ne vedevano le falde bagnate dalle acque pantanose dei due Velabri, e un poco più a monte la palude Caprea infettava il piano frapposto fra il fiume e il Quirinale. Furono i costruttori della Cloaca massima che tolsero questi ultimi vestigi di un'epoca passata e diedero al suolo di Roma l'estensione e l'aspetto che ora possiede.

Le formazioni vulcaniche, che finora descrivemmo, furono il prodotto di eruzioni avvenute nell'epoca pliocenica, e le montagne da cui sgorgarono le rocce, sebbene indubbiamente di origine vulcanica, pure non presentano un profilo che sia in tutto simile a quello dei crateri che oggi vediamo in azione. Ciò dipende dal fatto che le eruzioni di quei gruppi ebbero luogo per la massima parte sotto alle acque del mare, e che il rilievo è dovuto intieramente all'accumulamento delle rocce eruttate, avendo potentemente cooperato a produrlo l'azione di un sollevamento generale, a cui andò soggetto tutto il paese. — Ora invece veniamo a descrivere un vulcano che fu in azione, quando già il suolo del Lazio avea assunto la configurazione e l'altezza che oggi possiede, e il quale conserva una forma craterica così evidente come lo potrebbe esser quello del Vesuvio e dell'Etna. Intendiamo parlare del gruppo dei monti Albani, che sorgono sulla sinistra del Tevere a poca distanza da Roma; quei monti che col loro profilo elegante e vario, colla vegetazione lussureggiante che ne ammanta i fianchi, coi frequenti villaggi che si scaglionano sulle loro pendici, formano un lieto contrasto colla monotona solitudine della campagna che li avvolge completamente.

Sorgono questi monti da una base quasi perfettamente circolare che ha un diametro di dodici miglia con un pendio assai dolce, che presso la pianura è solcato da numerosissime valli che irradiano dal centro. — Il gran circo craterico racchiuso dal cono centrale costituisce un'imponente circonvallazione, la quale è chiusa da tre lati, Nord Est e Sud, ed è aperta ad Ovest. — L'orlo estremo di questa circonvallazione è fatto irto da molte cime che si innalzano da essa, fra le quali le più cospicue sono il M. Artemisio alto 2915 piedi sul livello del mare, il M. Vescovo, il M. Ceraso, il M. di Tuscolo. — Dal lato occidentale dove il vallo è aperto trovansi alcuni laghi profondissimi e circolari. Nell'interno di questa circovallazione, il cui pendio è lentissimo verso la pianura e precipita sul versante opposto. Giace una valle vastissima, semicircolare detta la Val Molara, simile in tutto per la sua configurazione all'Atrio del cavallo sul Vesuvio, sebbene lo superi di molto in vastità, avendo una larghezza che varia da due a tre miglia. Da questa valle si innalza, precisamente come sul Vesuvio, il cono centrale la cui punta più eccelsa è detta il monte Cavo (fig. 172). Questo monte centrale ripete in piccolo il profilo del monte che lo abbraccia; inclina dolcemente all'esterno, è solcato da numerose valli radiali ed è aperto verso ovest. Il cavo craterico che si contiene nel suo interno ha il diametro di un miglio e mezzo e la vetta estrema di monte Cavo ha l'altezza di 2942 piedi. È su questa che sorgeva il monumento sacro della Confederazione latina, il tempio di Giove Laziale. La pianura che forma il suolo del cratere è detta il Campo di Annibale: le pareti che la circondano hanno dal suolo l'altezza di circa 600 piedi. Nella sua parte orientale sorge un piccolo cono che si unisce alla muraglia circostante per mezzo di una costiera assai depressa.

La struttura or descritta ci rivela le fasi per cui è passato il vulcano. Fuvvi primieramente un'epoca, nella quale non esisteva il sistema interno del M. Cavo; la valle Molara costituiva il cratere, e la gran muraglia, da cui sorgono le vette che abbiamo nominato, circondava direttamente la bocca ignivoma. Allora non si era

ancor formata la squarciatura occidentale, e il vallo avanzandosi da M. Artemisio attraversava i luoghi dove or s'aprono i due laghi di Nemi e d'Albano: il M. Gentile frapposto fra questi due bacini è un resto dell'antica parete che poi andava a congiungersi col M. di Tuscolo, disegnando un circo perfetto, come appunto il vallo del Somma prima dell'eruzione dell'anno 79. La seconda fase per cui è passato il vulcano laziale data da una eruzione, la quale succedendo probabilmente a un lungo periodo di riposo, che avea ostruito le antiche bocche, ha fatto scoppiare la montagna, così che tutta la porzione occidentale del vallo si è sprofondata, e nel centro dell'antico cratere si innalzò il cono più giovane di M. Cavo.

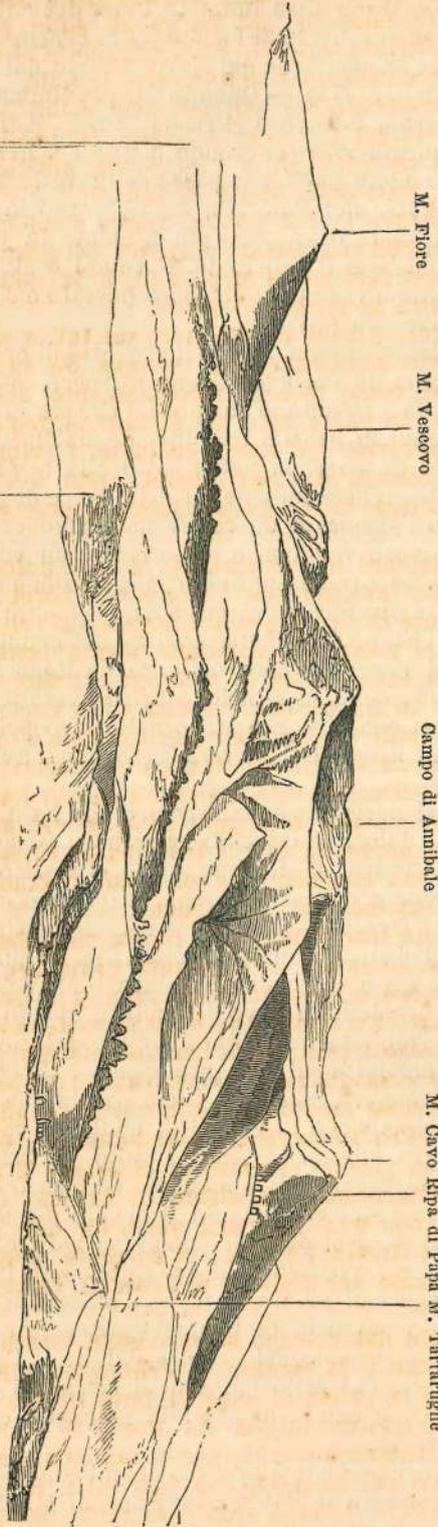



Fig. 172.

Fra i laghi che, come dicemmo, si trovano sul pendio occidentale della montagna il più considerevole è quello d'Albano, che occupa intieramente il fondo di un bacino posto a 903 piedi d' altezza sul livello del mare. Tutt' intorno le pareti discendono quasi verticalmente nel lago, il quale forma una elisse, il cui asse maggiore ha una lunghezza di circa 2 miglia, sul lato orientale, ossia sul lato rivolto alla montagna centrale, il lago non ha una muraglia sua propria che lo ricinga, ma è semplicemente scavato sul pendio del vulcano; invece sul lato opposto esiste un vallo assai rilevato che s'inclina mollemente al piano, ed è scosceso verso il lago. È su questa parete occidentale che trovasi all' altezza di 144 piedi la villa papale di Castel Gandolfo.

Poco men vasto del lago d'Albano è quello di Nemi. Intorno ad esso non havvi traccia di parete che lo ricinga, ma il bacino non risulta che da uno sprofondamento nel fianco della montagna. Solamente la parte meridionale del bacino è occupata dall'acqua; il prosciugamento per mezzo di un emissario che si scarica nella vicina Val Ariccia è un'opera che risale a remotissima antichità. Le foreste folti e nereggianti che circondano questo lago, la tranquillità delle acque al riparo da ogni brezza; l'elevazione delle pareti e la pace profonda che regna in tutta la scena, destano una impressione vivissima e poetica, la quale fu sentita anche dagli antichi, che consacrarono il luogo a Diana e vi posero il suo santuario.

Un terzo bacino assai vasto, ed ora completamente asciutto, è quello denominato

Val Ariccia posto a sud del lago d'Albano, presso il limite esterno della periferia del monte. È anch' esso un bacino di sprofondamento; non ha quindi sulle sponde alcun altro rialzo che l'altura su cui è costrutta Ariccia, che è congiunta al monte Gentile, superstite avanzo della antica circonvallazione del vulcano Laziale.

Oltre a queste grandiosi crateri, si incontrano nel perimetro dei monti Albani, altri bacini circolari più o meno profondi, la cui esistenza si collega probabilmente alle eruzioni del gran vulcano vicino. Tali sono il lago di Castiglione, anticamente lago Gabino, e il lago Regillo, celebre nei fatti della storia di Roma.

Intorno al vulcano e precisamente, laddove le sue pendici vanno a confondersi nella pianura, si osserva una schiera di piccoli coni isolati, parassiti del gran corpo che li ha alimentati. Notiamo come più considerevoli il M. Savelli, il M. delle Due Torri, il M. Giove, l'altura su cui è costrutta la città di Velletri.

Le rocce eruttate dal gruppo dei crateri Albani si espansero sui tufi e sui sedimenti pliocenici che costituiscono il suolo della campagna romana. Se in parte ponno essere ascritte ai terreni quaternari, come lo sono indubbiamente anche le rocce fondamentali del Somma e dell'Etna, in parte sono più recenti, e geologicamente parlando, le potremmo dire contemporanee dell'epoca presente. I primi abitatori dell'Italia videro ancora ardente il cono di M. Cavo, e dalla creste dell'Apennino lo videro fors'anche le prime tribù Arie degli Umbri e degli Oschi che precorrendo i Latini immigravano in Italia.

Le rocce dei monti Albani si ponno dividere in tre varietà, la lava detta sperone; la lava compatta e il peperino. — La lava sperone è una roccia porosa, leggiera, bruno giallastra. Consta essenzialmente di piccoli grani di leucite e di cristallini più minuti ancora di granati; si presenta in masse potentissime: forma tutta l'altura di Tuscolo e probabilmente la compagine di tutta la montagna. I suoi strati superficiali si tramutano in conglomerato scoriaceo, che è a sua volta coperto da grandi banchi di scorie libere di ceneri e lapilli. Quest'ultimi costituiscono il cratere centrale, il fondo di Val Molara, e quasi tutta la circonvallazione periferica; piovvero in ampio perimetro sopra la campagna circostante, e, secondo Ponzi, il diametro della regione su cui oggi si può ancora constatare la pioggia delle ceneri Albane, misura 15 miglia. Quivi formano un tufo superficiale in cui trovansi molti cristalli di augite, di mica, di leucite, di sanidino, ma nemmeno un sol pezzo di trachite e di pomice; fatto che basterebbe a tenerlo distinto dal tufo marino.

La lava compatta dei monti Albani è un leucitofiro, è la roccia medesima che forma il nucleo del Vesuvio. In una massa compatta e finamente granulare veggonsi sparsi cristalli di leucite, augite e ferro magnetico. I rapporti di miscela dei vari elementi sono assai mutabili, e pertanto assai mutabile è l'aspetto della roccia. Ora predomina la leucite, ora l'augite. Spesso i cristalli di leucite sono così piccoli che non si veggono ad occhio nudo, e la roccia allora si assomiglia ad un basalto. — Questa lava compatta forma correnti, masse stratificate e dicchi che tagliano il tufo, oppure anche basse ed isolate alture. Fra le correnti è evidentissima, e direi quasi ancor fresca, quella che sgorgò da un piccolo cratere, or chiamato il monte delle Tartarughe, che trovasi nella Val Molara sotto all' altura di Tuscolo. Questa lava percorse la valle, diretta ad Ovest, con una larghezza varia da uno a due miglia. Giunta all'altezza dove oggi trovasi Grotta Ferrata, la corrente piegava a Nord, e le ultime sue propagini or le vediamo nei dintorni di Frascati. La sua lunghezza totale è di tre miglia.

Le due massime fra le correnti eruttate dal vulcano scesero nella direzione di Roma. Congiunte al loro punto d'origine, che è la località di Fratocchie sulla via Appia si biforcano poscia e hanno termine la prima al capo di Bove presso porta S. Sebastiano, la seconda all' Acquacetosa, quattro miglia da Porta S. Paolo. La roccia di Capo di Bove era conosciuta anticamente poichè, per la sua vicinanza alla grande città, vi si praticarono grandi scavi dai Romani, chè anzi tutte le strade che da Roma conducevano alle varie provincie italiane erano lastricate con questa roccia. Dal sepolcro di Cecilia Metella fino alle Fratocchie per una lunghezza di circa otto miglia, la corrente forma sul piano della campagna una specie di rialzo su cui

appunto era costrutta la via Appia. Verso il suo punto d'origine la lava è coperta da uno strato di lapilli, ed anzi laddove la corrente è or tagliata dalla ferrovia di Velletri, scorgesi un bellissimo profilo che rivela la lava al basso, più in alto un banco di lapilli dello spessore di otto a dieci piedi; quindi un nuovo strato di lava e alla superficie un tufo lapillico. È dunque evidente che l'eruzione di quella immane corrente venne interrotta e seguita da pioggie di ceneri. — Alle Fratocchie questo complesso di lava e lapilli si nasconde sotto agli strati di peperino deposto posteriormente. Riesce quindi impossibile il precisare il punto da cui è sgorgata. Ma questo ci sembra non possa esser lontano dal punto in cui affiora presentemente, poichè se fosse discesa dal cratere centrale, dai fianchi della montagna, ne dovremmo incontrar le tracce su questo. — Non meno potente è l'altro braccio di questa corrente, che finisce presso Acquacetosa, dove, come al capo di Bove, furono praticate delle cave. Anche in questo braccio la lava è coperta da strati di lapilli tanto più considerevoli, quanto più è vicino il punto di trabocco. Nel suo complesso questa massa di lava supera per le sue dimensioni tutte le correnti vesuviane, e non può essere paragonata che alle correnti vomitate dall'Etna. — Facendo il giro del vulcano si attraversano molte altre correnti di lava, specialmente sul versante occidentale e meridionale. Notiamo primieramente una corrente considerevole che sembra essere traboccata da M. Savelli e dal vicino laghetto, due altre correnti al sud di Val Ariccia, un potentissimo strato a forma di dicco presso Civita Lavinia. Nei tagli praticati per la ferrovia, scorgesi lo strato di lava attraverso il tufo compatto, fondamentale della campagna, e che quindi si espande alla superficie sotto forma di corrente. Grandi ammassi di lapilli posano sopra. — Presso Velletri incontrasi una nuova corrente che sgorgò al piede dell'altura su cui è costrutta la città. Queste sono le correnti le più chiare e più facilmente osservabili. Del resto, come è da aspettarsi, tutta la montagna è attraversata da dicchi, e sotto al suo mantello di tufi e di lapilli abbiamo in più luoghi le tracce della roccia compatta. Così è lava la rupe di Rocca di Papa; è lava la roccia in cui è aperta la fessura che dall'orlo del campo d'Annibale si dirige a Grotta Ferrata; e numerosissimi si incontrano i dicchi di lava nei dintorni di Nemi e di Genzano.

La più singolare fra tutte le rocce eruttive è il peperino, una roccia che non si incontra in nessuna altra parte del mondo. È una breccia grigio-chiara, la quale contiene innumerevoli brani, talvolta così strettamente uniti che quasi scompare alla vista il cemento che li tiene insieme. Sono cristalli ben definiti, pezzi di roccie, e aggregati di minerali, fra i primi sono più specialmente notevoli quelli di augite, di mica, di olivina, di leucite. Ma il suo aspetto così caratteristico è dato al peperino dai massi di nero leucitofiro e di bianchissimo calcare. I brani di leucitofiro variano di dimensione, hanno gli spigoli arrotondati e ci mostrano tutte le varietà della medesima roccia che si veggono nella regione vulcanica della media Italia. I brani di calcare rivelano le medesime varietà nella dimensione, il medesimo arrotondamento degli spigoli, e passano dalla forma di calcare compatto a quelle di marmo a grana grossolana.

Il peperino si estende, quando noi guardiamo la sua massa principale, sopra una superficie elittica, il cui mezzo è occupato dal lago d'Albano. Il diametro maggiore di questa elisse, che corre da Nord-Ovest a Sud-Est misura cinque miglia e si estende dalla sponda settentrionale del capo di Nemi fino a Grotta Ferrata e Fratocchie. Il diametro minore corre dal pendio occidentale del M. Cavo fino a Laghetto e misura 4 miglia. I villaggi di Marino, Castel Gandolfo, Albano, Palazzola sono costrutti sul peperino. Nel centro dell'espandimento dove le pendici precipiti del lago pongono eccellentemente a nudo la massa di peperino, questa possiede una potenza di 600 ad 800 piedi ma sull'orlo della periferia lo spessore si limita a pochi piedi. Il bacino del lago d'Albano è completamente sprofondato nel peperino, e se noi aggiungiamo l'osservazione che è appunto negli immediati dintorni del lago che il peperino racchiude la maggior copia di lave leucitiche e di calcari, ci appare assai fondata l'opinione di Ponzi che vede in quel lago la gola craterica da cui il peperino è stato eruttato.

Il peperino riposa sulle altre rocce che abbiamo descritto, e quindi appartiene indubbiamente a un periodo più recente di attività vulcanica. Un'eccellente località per verificare questo fatto è la via che dalla stazione di Marino conduce a questa borgata. Primieramente si cammina sui lapilli e sul tufo; quindi a mezza via appare il peperino come uno strato di pochi piedi posato su quelle rocce. Questo strato va sempre più ingrossando, e forma a poco a poco tutto il rilievo del paesaggio. Fra il compatto peperino e il sottoposto strato di ceneri e lapilli trovasi quasi sempre un giacimento di piante terrestri, foglie e tronchi mezzo carbonizzati, deposti orizzontalmente, nella direzione in cui si è mossa la massa di peperino. Questi resti, come dice il Ponzi, rivelano una interruzione nella azione del vulcano, durante la quale il suolo si è coperto di un tessuto di vegetazione. — Del resto nella massa stessa del peperino si ripetono gli strati ricchi di impronte vegetali che provano come la formazione della roccia abbia occupato un lungo periodo. Nei dintorni di Marino e in molte altre località vedesi perfettamente come quella roccia si adatti alla superficie del suolo e segua il rilievo in tutte le sue accidentalità, così provando come la sua formazione sia posteriore alla configurazione del suolo che oggi si osserva. Così vedesi il peperino precipitare nella Val Ariccia che ha incontrato nel suo corso, e lo si vede circondare come di un anello il monte Gentile che composto di tufo lapillico sorge fra i due laghi di Nemi e di Albano. — Nella massa del peperino sono interstratificati dei banchi di scorie che mostrano come le eruzioni di quelle roccie siansi ripetute ad intervalli. Sul suo modo di formazione è difficile farsi un concetto preciso, poichè nessun vulcano presentemente attivo ha mai eruttato una roccia che gli sia simile; però, ragionando per analogia, possiamo a buon diritto asserire che il peperino è il prodotto di potentissime dejezioni avvenute dal cratere di Albano di sabbie, ceneri e massi rocciosi, dejezioni accompagnate da un enorme svolgimento di vapori, i quali condensandosi precipitarono a terra come torrenti d'acqua che travolsero e ridussero a fango quelle congerie di materiali che poi dissecarono cementandosi insieme per la grande quantità di carbonato di calce che si svolgeva dai suoi stessi elementi. Infatti, come già sappiamo, i brani di rocce calcari vi sono disseminati in somma abbondanza, brani che furono strappati dalla forza del vulcano agli strati che formano l'impalcatura del suolo, e in cui è aperto il canale che dava sfogo alle rocce incandescenti ed ai vapori.

Si collegano al gran vulcano laziale i due piccoli crateri che sorgono nei dintorni di Pofi e di Ticchiena nella valle del Sacco. Il fondo di questa valle è coperto dalle marne e dalle argille deposte dal mare pliocenico il quale s'insinuava fra le due catene di rocce cretacee ed eoceniche che ne formano i lati, e di cui quella che corre a destra del fiume, ossia quella dei monti Lepini, sorgeva come isola. — Nella parte superiore della valle sino all'altezza di Anagni piovvero i lapilli e le ceneri dai vulcani Cimini e Sabatini, e poscia quando, in forza del movimento che intaccò l'intiera regione italiana, il suolo della valle fu sollevato sopra il livello del mare, le grandi correnti dell'epoca quaternaria vi deposero i loro giacimenti di ghiaje e potentissimi strati di travertino laddove, come nei dintorni di Ferentino, qualche barriera intoppava il correre del fiume, e le acque si distendevano stagnanti in larghi bacini. Assai ricchi di fossili, specialmente di cervi e di buoi sono questi strati quaternari. — Superiormente a questo complesso di terreni posano i due coni di Pofi e di Ticchiena, il primo al sud, il secondo al nord di Frosinone. Sono due monti isolati ed intieramente composti di ceneri, di lapilli, di scorie e di bombe vulcaniche; alcune correnti di lava ne solcano i fianchi e si distendono intorno alla base. Questi due vulcanetti trovansi perfettamente a mezza via fra i due grandi vulcani di monte Albano e di Rocca Monfina, e sono pertanto collocati anch'essi su quella linea di spaccatura da nord-ovest a sud-est lungo la quale vediamo scaglionati tutti i vulcani pliocenici quarternari e recenti dell'Italia dal monte Amiata al Vesuvio.

Il gran vulcano di Rocca Monfina attende ancora chi lo illustri con quell'amore e quella cura con cui vennero studiati i vulcani laziali. — Sorge esso sulla sinistra del Garigliano e porta alle base le due città di Sessa e di Teano. È un monte conico che misura 50 miglia di perimetro e che contiene un cratere circondato da un vallo irto di punte. Nel mezzo del cratere si innalza un'altura fatta a cupola, detta il monte S. Croce; la sua vetta ha l'altezza di 1006 metri sul livello del mare. Il cratere è elittico, ha un perimetro di circa 7 miglia e contiene il villaggio che dà il nome alla montagna, è da tre parti perfettamente circondato dal vallo, ma dalla parte di nord-est questo si è spezzato, è caduto, e il circo interno non è sbarrato che da qualche superstite altura. — Il mantello della montagna consta di strati di leucitofiro simile a quello del Somma, ma con più grossi cristalli di leucite; il nucleo avvolto da questo mantello, consta invece di una trachite micacea. Par dunque che si abbiano in questo vulcano i prodotti di due distinte epoche eruttive: nella prima e più antica escirono dalla sua bocca le trachiti, nella seconda che fu pur quella delle eruzioni del monte Cavo e del monte Somma le lave leucitiche.

A sud del vulcano di Rocca Monfina la pianura interposta fra la catena dell'Apennino e il mare fino alla penisola di Sorrento consta intieramente di tufo, e ripete pertanto la struttura della campagna romana. I materiali che or compongono questa roccia, e che constano intieramente di elementi trachitici e pomice, vennero deposti sotto alle acque del mare per le eruzioni del cono di Rocca Monfina nella prima fase della sua esistenza e da tutte quelle bocche che or si aggruppano nei Campi Flegrei. Le eruzioni produttrici del tufo avvenute in gran parte, come dicemmo sotto alle onde del mare che batteva la scogliera dei calcari apenninici, debbono essere state contemporanee di quelle dei vulcani Cimini e Sabatini, mentre invece il monte Somma è gemello del vulcano laziale. — Frequente in tutta l'estensione dei Campi Flegrei sono le correnti di lava trachitica. Notiamo la trachite del monte di Cuma che forma sulla spiaggia un colle dell'altezza di cento piedi. Il tufo pomiceo vi si appoggia sopra addattandosi a tutte la ineguaglianza del terreno. Rammentiamo pur anche la trachite di monte Olibano presso Pozzuoli, e la trachite, conosciuta sotto il nome di *piperno* che è scavata presso Napoli sul monte dei Camaldoli dove costituisce degli interstrati nella massa del tufo. — I dintorni di Napoli ci insegnano quanto sia fallace in geologia il portare nella osservazione dei fenomeni il criterio di principii assoluti. Da quanto finora dicemmo, apparirebbe dimostrato che le trachiti segnano nella storia del vulcanismo italiano un antico periodo eruttivo, e che le lave leucitiche caratterizzino il periodo attuale. In generale quest'asserzione potrebbe ammettersi, quando però si ammetta pur anche che vi sono eccezioni rilevantissime. Quando il cono di Rocca Monfina già s'era rivestito del suo mantello leucitico, ed erano corse le lave del vulcano laziale, e il Somma ed il Vesuvio aveano eruttato i leucitofiri; le bocche dei Campi Flegrei e delle isole vicine non sgorgavano che trachiti. — La trachite testè citata di monte Olibano è posteriore alla formazione del tufo ed è collegata al cratere non affatto spento della solfatara di Pozzuoli. Ma il vero regno della trachiti è l'isola d' Ischia. Consta quest'isola di un grande ammasso di tufo che forma l' impalcatura del monte Epomeo. In questo tufo sono interstratificate delle correnti di lava trachitica e posano su di esso all'altezza di 1500 piedi dei banchi argillosi contenenti una fauna marina identica alla fauna che vive oggi nel Mediterraneo. Sovra quelle formazioni corsero immani correnti trachitiche di cui l'ultima e più vasta conosciuta sotto il nome di corrente dell'Arso sgorgò dai fianchi dell'Epomeo nell'anno 1301.

Or ritorniamo a descrivere i terreni deposti dal mare pliocenico nella regione meridionale della penisola italiana. Prima però ricordiamo quale sia l'andamento della spina centrale della catena apenninica. La zona calcare dell'Apennino costituita in parte da formazioni giuresi, e in parte da formazioni cretacee ed eoceniche che

si fanno tanto più possenti quanto più ci avanziamo a sud, dal gruppo dei monti Sibillini passa nel Gran Sasso d'Italia e nel monte Majella, forma quindi le montagne del Molise intorno ad Isernia e Campobasso, donde si dirige a sud e pei monti d'Alife, pel picco del Taburno e pel monte Vergine di Avellino si unisce alla catena cretacea della penisola di Castellamare. Le regioni che trovansi all'est e all'ovest di questa catena centrale furono o tutte o in parte coperte dalle acque del mare pliocenico. Così all'ovest oltre che in quelle valli del Sacco di cui già conosciamo la struttura, il mare s'insinuava nella valle di Subiaco, nella bassura del lago di Fucino e in tutto il tratto che corre da Aquila a Solmona. I monti cretacei ed eocenici che or dividono quelle valli l'una dall'altra sorgevano come isole. Nella valle del Sacco e in quelle del lago di Fucino il mare penetrava percorrendo le depressioni per cui oggi discendono il Sacco ed il Liri; pertanto le sue acque appartenevano a quello che chiameremmo il golfo Napoletano per distinguerlo dal golfo della Campagna romana da cui era diviso per mezzo della catena cretacea di Gaeta e dei Lepini. Erano invece le acque di questo secondo golfo che penetravano nella valle di Subiaco, mentre i dintorni di Aquila e di Solmona, sebbene collocati sul versante occidentale del Gran Sasso e della Majella, pure facean parte del mare orientale che vi penetrava per la valle in cui oggi corre il fiume Pescara.

Ora per formarci un concetto della vastità della regione occupata dal mare orientale dobbiamo ricordare che la catena calcare, cretacea ed eocenica dell'Apennino dalla penisola di Castellamare si dirige ad est, e va ad unirsi alla catena delle Murgie, mentre un suo ramo si volge a sud e serve di barriera fra la pianura di Basilicata e quella del Principato Citeriore. Il gran piano di Basilicata in tutta la sua estensione è colmato dai sedimenti pliocenici, marne ed argille, le quali in posizione quasi orizzontale urtano da un lato la catena dell'Apennino e dall'altro la catena delle Murgie. All'est di quest'ultima catena, formata come sappiamo di rocce ippuritiche, le formazioni plioceniche si ripetono costeggiando il mare e facendosi mantello di sedimenti quaternari. — Pertanto tutte intere la Basilicata e la Puglia erano sommerse. Dall'onde sorgevano i monti delle Murgie, e siccome questa catena non è continua, ma in più luoghi interrotta dalle formazioni marnose che si frappongono fra un'altura e l'altra, così è forza ammettere che in quell'epoca costituivano non già una barriera delimitante un golfo, ma una schiera di monti isolati che dava passaggio alle acque del mare. — Non solo era sommersa la terra di Bari; lo era pur anco il gran piano di Foggia, e il mare passando laddove ora sorgono i gruppi di Ariano e di Trevico, andava a battere la scogliera dei calcari cretacei del Taburno e d'Avellino. Quei due gruppi constano per la massima parte delle argille e delle sabbie del pliocene, ricchissime di fossili, posate sovra le argille scagliose e i vulcani eocenici. Pertanto il loro sollevamento data dalla fine del pliocene, ma pure è certo che l'attuale rilievo non fu raggiunto che in forza di un secondo sollevamento, avvenuto nell'epoca quaternaria, il quale ha portato all'asciutto tutta la regione littorale italiana. Infatti sui loro fianchi, trovansi in molte località, come a Vallata ed a Calitri, grandi giacimenti di fossili marini quaternari, e quest'ultimo villaggio è costrutto su di un banco di arenaria grossolana di formazione littorale riboccante di pettini ed altri lamellibranchi. Ora se riflettiamo, che parallelamente alla costiera apenninica che corre da Castellamare alle Murgie, e segnava la spiaggia meridionale del golfo pliocenico sono allineati il Vesuvio, il lago di Frigento a potenti emanazioni gazose e il gran vulcano estinto, il Vulture, siamo indotti a collegare quel sollevamento post-pliocenico a una oscillazione del suolo che ha prodotto da una parte il rialzo definitivo del fondo marino e dei gruppi che già si estollevano sulle acque, dall'altra una spaccatura ai due estremi della quale ardevano eruttando lave il Somma ed il Vulture.

Le marne e le sabbie del pliocene trovansi con tutti i loro caratteri litologici e paleontologici in Calabria, dove orlano la catena centrale dell'Apennino interponendosi fra essa e il mare, e costituendo uno dei gradini in cui è scaglionata la spiaggia occidentale. Nei dintorni di Reggio hanno uno spessore di 40 a 50 metri, e si appoggiano sulle formazioni arenacee e sabbiose del miocene. Colmano fra Ca-

tanzaro e Cotrone la pianura che fronteggia il golfo di Squillace. È dunque evidente che in quell'epoca un braccio di mare separava la Calabria meridionale dalla Calabria di Cosenza, la quale poi non era unita al continente che per un istmo strettissimo formato dalla giogaia dell'Apennino.

Nella regione meridionale della Sicilia il terreno pliocenico è in concordanza con quel calcare a foraminiferi che, secondo il Mottura, rappresenta il piano più alto del terreno miocenico. Si divide in tre grandi sezioni, arenarie superiori, tufi calcari, marne. — Costituiscono quest'ultime il piano più basso, e riproducono la solita ben nota forma delle marne azzurre. Il tufo calcare consta in gran parte di un agglomeramento di minutissimi fossili; è una roccia eccellente per costruzione. Le arenarie constano di sabbie cementate dal carbonato di calce. Fra queste formazioni e il tufo trovasi interstratificato un brano potentissimo di ostriche, che è assai importante come orizzonte geologico. A monte S. Giuliano e al colle delle Croci presso Caltanisetta ha un metro e più di potenza. È pure assai considerevole a Mirabello, Caltagirone, Leonforte e Castrogiovanni. — Gli strati componenti le due formazioni superiori sono fra di loro in concordanza. I tufi calcari raggiungono la massima potenza nella catena dei monti che da Caltanisetta si dirige a Castrogiovanni, che supera talvolta i cento metri. Le arenarie sono più potenti al sud di questa catena, specialmente nei dintorni di Piazza Armerina. Assai sovente in questa parte di Sicilia il terreno pliocenico per effetto delle corrosioni e delle frane si poggia a coni isolati conosciuti dai Siciliani col nome di Pizzi; la maggior parte di questi coni trovasi sulla linea che corre da Mazzarino a Terranova; la base ne è sempre formata dalle marne azzurre e il vertice dall'arenaria.

Importantissima per la cognizione del terreno pliocenico in Sicilia sono gli studi del Seguenza, il quale introdurrebbe nelle suddivisioni di quel terreno un nuovo piano frapposto fra i terreni miocenici e le argille azzurre. La nuova zona consterebbe al basso di marne biancastre sottili; nel mezzo di calcari più o meno grossolani e in alto di marne sabbiose. Ognuno di questi piani contiene una fauna sua propria. Le marne superiori sono ricche di brachiopodi, il calcare ribocca di coralli e le marne superiori sono caratterizzate dalla abbondanza e varietà dei rizopodi. Il calcare marnoso a foraminiferi di Caltagirone che il Mottura, come dicemmo, ha collocato nel miocene, sarebbe dal Sequenza eguagliato al piano a rizopodi della sua nuova zona pliocenica. — Trovasi questa zona costantemente superiore all' argille e alla sabbia del miocene, colle quali è però in concordanza. Resterebbe pertanto il dubbio che dovesse congiungersi a quest'ultima formazione piuttosto che al pliocene, se le osservazioni fatte dal Seguenza sulla ricca fauna ch'essa contiene non dimostrassero con chiarezza che essa rappresenta propriamente il terreno di passaggio fra un' epoca e l'altra. — Infatti che fra l'epoca della deposizione degli strati in quistione e quella della deposizione delle rocce mioceniche sia avvenuta un'importante modificazione nella relativa altezza del fondo del mare è provato primieramente dalla diversità litologica dei due terreni, sabbiosi nel miocene, marnosi negli strati sovrapposti, e in secondo luogo dal carattere della fauna poichè nel miocene troviamo abbondantissimi i gasteropodi e i lamellibranchi, indizio di piccole profondità; nelle marne, nei calcari troviamo invece brachiopodi, corallari e foraminiferi, organismi tutti i quali non possono vivere che a profondità assai considerevoli. Ma se è facile per queste ragioni il segnare il confine fra il miocene e le marne; altrettanto difficile è il rilevarlo fra queste e il pliocene. L' esistenza de' terreni marnosi anche in quest'ultimo, e l'abbondanza de' medesimi tipi animali mostrano invece come perdurassero le condizioni identiche di vita e di spiaggia, per cui gli strati prettamente pliocenici debbono ritenersi la continuazione o lo svolgimento di quei più antichi terreni.

Il terreno pliocenico in Sicilia occupa una porzione considerevole del centro dell' isola nei dintorni di Caltanisetta e Caltagirone donde scende a toccare il mare a Terranova, dividendo i calcari miocenici di Modica e Ragusa dalle formazioni pur mioceniche a gesso e zolfo di Girgenti. Quindi girando alle spalle di quest' ultimo nucleo, tocca di nuovo il mare a Sciacca e Trapani. Ricompare nella

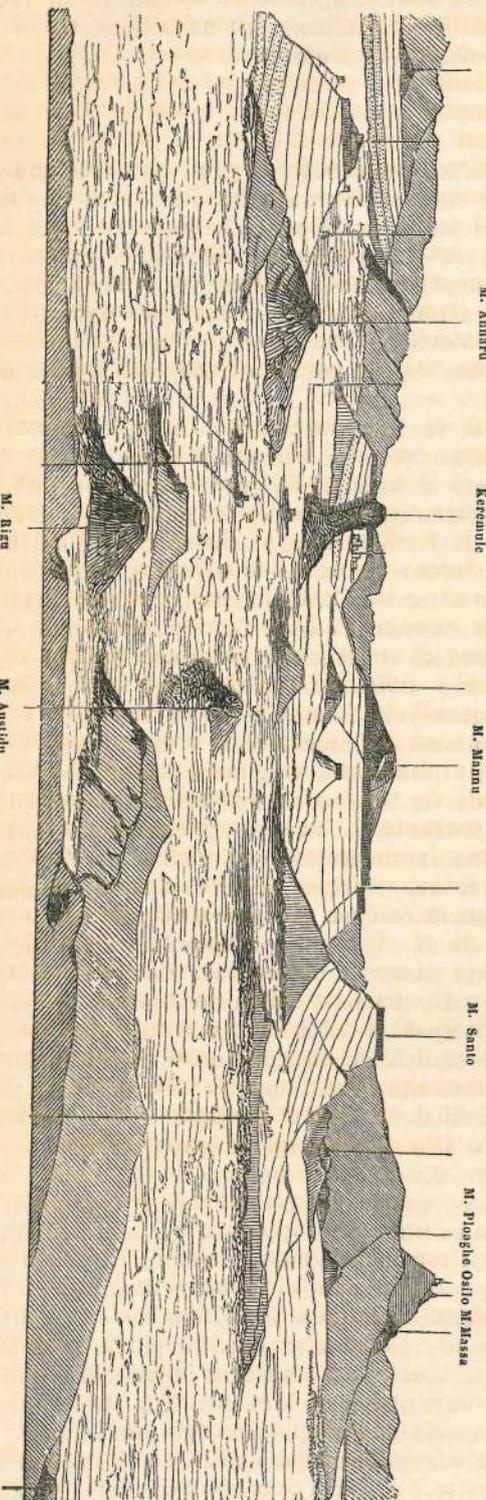
conca di Palermo ricchissima di fossili e tutta colmata dai sedimenti pliocenici, e finalmente nella regione circostante Messina dove, unitamente al sottoposto miocene riempie a sud fino a Galati, ad ovest fino a Milazzo, gli avvallamenti che si frappongono fra i monti della catena secondaria e paleozoica.

Nell'isola di Sardegna il terreno pliocenico costituito in gran parte da un calcare grossolano è deposto lungo una linea che attraversa tutta l'isola da Cagliari a Sassari costeggiando l'orlo occidentale della gran giogaja cristallina e scistosa che forma la spina dell'isola. Non ha però una grande estensione poichè la parte considerevole dell'isola composta delle formazioni paleozoiche e degli espandimenti di trachite miocenica era nell'epoca pliocenica già sorta sopra il livello del mare. Evidentemente gli strati pliocenici debbono occupare il fondo della gran valle che corre da Cagliari ad Oristano: ma le alluvioni e i depositi quaternari ce li nascondono completamente. — È nell'epoca pliocenica che secondo il Lamarmora avrebbe avuto luogo la dejezione dai focolari vulcanici di una trachite che si distingue non solo per la sua posizione, ma anche per la sua composizione mineralogica dalla trachite che già abbiamo esaminata ed ascritta all'epoche terziarie antecedenti. È una trachite che contiene costantemente dei cristalli d'amfibolo, e tracce di pirosseno e di peridoto, e frequenti volte si trasforma in una specie di fonolite. — Questa roccia generalmente si presenta sotto la forma di alture coniche unite fra di loro alla base; si distinguono dalle alture di trachiti antiche per l'isolamento dei loro gruppi; poichè, mentre queste sembrano aver fatto parte di una gran massa quasi continua che fu spostata e denudata dopo la sua estensione, quelle sembrano circoscritte a spazi limitati, non hanno subite altre alterazioni se non quelle provenienti da cause atmosferiche, e si ergono lungo certe linee particolari.

Nella regione meridionale dell'isola notiamo primieramente il gruppo del Capo di Pule e di Sarroc all'estremità occidentale del Golfo di Cagliari; più a nord lungo la linea che separa il terreno pliocenico dai sedimenti alluvionali i tre gruppi di Monastir, di Nuraminis e di Serrenti che presentano l'aspetto di aggruppamenti di coni assai aguzzi, composti di trachiti, fonoliti, e di certi conglomerati vulcanici che mi sembra offrano analogia di struttura col peperino della campagna romana. Egual forma e composizione hanno i monti di Siliqua che trovansi sul lato occidentale della bassura da Cagliari ad Oristano, e da cui evidentemente dipendono i due dicchi potenti che ad Exi e a Giojosa Guardia hanno tagliate tutte le formazioni dagli scisti siluriani alle arenarie eoceniche. — Più a nord presso la spiaggia occidentale trovasi il gruppo assai interessante del monte Arcuentu. Domina questa montagna la baja di Fontanaccio e consta di un conglomerato di noduli e frammenti di rocce vulcaniche cementati da una sostanza ceneriforme. Si presenta sotto l'aspetto di una catena semicircolare e tutta dentata, la cui cima più alta conta 827 metri sul livello del mare. Notiamo che questo monte trovasi perfettamente in retta linea coi gruppi testè nominati di Siliqua e di Capdula, e che questa linea è pressochè parallela all'altra segnata più all'est dai gruppi affini di Monastir e di Serrenti. E su questa seconda linea che appajono gli altri espandimenti di rocce eruttive plioceniche le quali formano i gruppi de'monti Arcis presso Ales dove i conglomerati e le fonoliti si presentano in altipiani orizzontali: e notiamo per ultimo i conglomerati di Tramazza alla falda meridionale del basaltico Monte Ferru. — Nella regione settentrionale dell'isola, la località più interessante per lo studio di queste rocce è il gruppo d'Osilo nei dintorni di Sassari. Consta questo gruppo di tre cime coniche, non collegate fra di loro che alla base e quindi foggiato secondo il profilo che già abbiam veduto nei gruppi analoghi meridionali. La base di que'monti è formata dei soliti conglomerati, il nucleo centrale e le vette di una specie di porfido che poi si trasforma in fonolite. Or qui si noti che gli strati pliocenici che circondano questi monti sono tagliati in modo che le loro testate fanno faccia al centro del gruppo vulcanico; il che indurrebbe a credere che si spaccarono appunto

per l'eruzione di quelle rocce. Se non che in alcuni di questi strati si osservano dei frammenti del conglomerato, il quale pertanto doveva già esistere quando si deponevano nel mare quei sedimenti calcari. È forza dunque ammettere che nel gruppo d'Osilo e in generale negli altri gruppi analoghi abbiamo il prodotto di eruzioni avvenute in epoche diverse. I conglomerati si formarono per eruzioni sottomarine nei primordi dell'epoca pliocenica; i porfidi trachitici e le fonoliti probabilmente per eruzioni subaeree e quando già s'erano deposti gli ultimi strati del pliocene.

Fig. 172

Se può esservi qualche dubbio intorno alla precisa determinazione dell'età delle rocce trachitiche, è invece evidentissimo che le lave basaltiche eruppero all'epoca pliocenica di cui spezzarono gli strati e li coprirono di vasti espandimenti. La costa occidentale dell'isola è solcata in più luoghi da potentissimi dicchi, e specialmente rimarchevoli sono quelli della baia di Fontanaccio, che si insinuano negli strati calcari e nei conglomerati trachitici del M. Arcuentu, e non meno interessante è l'altipiano della Frasca, il quale forma la punta meridionale del golfo di Oristano. Qui non solo veggonsi i dicchi di basalte iniettarsi nei terreni pliocenici, ma superiormente ad essi la roccia eruttiva è espansa sotto forma di vasto tavoliere che copre intieramente l'altipiano calcare. Il medesimo fatto si osserva sul promontorio di S. Marco che forma l'estremità settentrionale del golfo d'Oristano e nei vicini colli di S. Giovanni di Sinis. — Nel centro dell'isola incontriamo il basalte nei monti di Murri e di Guspini dove propriamente pare esista un cratere; nell'altipiano di Giara formato da strati pliocenici inclinati su cui riposa perfettamente orizzontale una grande corrente di lava; finalmente più ad ovest incontriamo il M. Arci, dove il basalto con tre diverse varietà litologiche corrispondenti a tre diverse eruzioni riveste la trachite che forma il nucleo della montagna. Il Lamarmora distingue sulla vetta di questo monte gli avanzi del cratere in due rupi che abbracciano un'enorme spaccatura, da cui fluì evidentemente la maggior copia della lava.

Ma il principe dei monti vulcanici della Sardegna è il M. Ferru che s'innalza presso

la spiaggia occidentale al nord del golfo d'Oristano; ha 1055 metri sul livello del mare. Il nucleo di questa montagna è di trachite; alle sue falde, specialmente verso la spiaggia, a Pitinurri, posano sulle trachiti i sedimenti pliocenici e su questi si espansero le correnti di basalte. I fianchi della montagna sono sparsi di alture basaltiche in cui dobbiam riconoscere altrettanti coni parassiti dai quali ebbero luogo ripetute eruzioni. La vetta stessa della montagna foggiata a larghissimo circo, sulla cui parete si estollono alcune punte, fra cui più cospicua quella di M. Urticu rappresenta un vastissimo cratere, in cui oggi è costrutto il villaggio di Lussurgiu. — Le lave vomitate da questa bocca gigantesca discesero in immani correnti verso la valle del Tirso formando il suolo su cui giace la città di Macomer. — Sono ancora basalti che si distesero sulle pendici settentrionali del M. Ferru, e qualche lembo delle loro correnti vedesi ancora coprire parzialmente la gran massa di rocce plioceniche che formano il suolo del Campo Giavesu. Finalmente sulla sponda orientale dell'isola notiamo i basalti dei dintorni d'Orosei il cui punto di trabocco pare debba collocarsi almeno in parte in un cratere perfettamente conservato che trovasi nelle vicinanze di questa città.

Probabilmente queste grandi eruzioni di lave basaltiche furono contemporanee delle eruzioni avvenute nella regione centrale d'Italia, e il M. Ferru ardeva quando stavano per spegnersi i coni di Bracciano, di Vico e cominciavano ad ardere i vulcani del Lazio e di Rocca Monfina. Trascorsa l'epoca pliocenica, quando il rilievo del nostro suolo avea raggiunta la forma che oggi conserva, e l'attività vulcanica sul continente si manteneva vivissima ancora e sgorgavano le lave dai crateri di M. Albano, del Vulture, del Somma, e dell'Etna, in Sardegna sebbene non si spegnesse affatto, pure si circoscrisse in piccolo tratto e fu così debole da non lasciare a sua testimonianza che una schiera di conetti di scorie con piccole correnti di lava, raggruppati presso le origini e sulla sinistra del Coghinas, là dove si distendono i sedimenti pliocenici e alluvionali del Campo Giavesu (fig. 172). I più importanti fra questi vulcanetti in miniatura sono il M. Annaru, un cono regolarissimo tronco che contiene sulla vetta una cavità di 100 metri di diametro, e di 15 a 20 di profondità. Gli orli del cratere sono formati da una roccia peridotica, rossastra; i fianchi sono coperti di scorie e un'esigua corrente di lava si è rovesciata sul piano sottoposto; il vulcano di Keremule, un cono largamente aperto verso l'est donde è discesa una corrente di lava peridotica. Questo vulcano si è formato squarciando i terreni pliocenici, accanto a un grande espandimento di basalte che ne copre gli strati estremi. Notiamo quindi il cratere di M. Rigu che sorge dal mezzo della pianura alluvionale; è intieramente formato di scorie rossastre, e contiene sulla vetta un cratere largo 65 metri e profondo 17: il piccolissimo cono di M. Austidu, che si innalza sul piano sottoposto non più di 40 a 50 metri; ma da cui è escita una corrente di lava relativamente possente; il M. Mannu che posa sopra la piattaforma basaltica di M. Pelao; dal suo fianco squarciato sgorgò una corrente che si sovrappose al basalte. Finalmente i coni di S. Matteo di Ploaghe e di M. Massa che si addossano alle trachiti amfiboliche e alle fonoliti del gruppo d'Osilo.

FINE.

INDICE

L'ITALIA

SOTTO L'ASPETTO

FISICO, STORICO, LETTERARIO, ARTISTICO, MILITARE E STATISTICO

CON SPECIALE RIGUARDO ALL'INDUSTRIA ED AL COMMERCIO

OPERA DIVISA IN TRE PARTI

PARTE PRIMA

IL DIZIONARIO COROGRAFICO

illustrato da circa 2000 incisioni

rappresentanti i monumenti più insigni e gli stemmi coloriti dei principali Comuni d'Italia

COMPILATO

dal professore Amato Amati

col concorso di parecchi dotti.

ARTICOLI COROGRAFICI

riveduti o collaborati dalle Rappresentanze Comunali e *Stemmi* approvati o comunicati dalle medesime.

PARTE SECONDA

I TRATTATI SPECIALI SULL'ITALIA

LA GEOLOGIA, LA MINERALOGIA, LA BOTANICA, LA ZOOLOGIA, LA STORIA POLITICA, LETTERARIA ED ARTISTICA, E LA STATISTICA DELL'ITALIA IN SINGOLI TRATTATI

Autori i signori professori

Bertolini, Bodio, Cesati, Cornalia, Correnti, Gibelli, Invernizzi, Lanzani, Lombroso, Luzzati, Marieni, Negri, Panceri, Passerini, Stoppani. Tamagni, Villari,

ed altri fra i più valenti scrittori italiani.

PARTE TERZA

L'ATLANTE COROGRAFICO, ICNOGRAFICO, STORICO E GEOLOGICO

DI CIRCA 150 CARTE INCISE IN RAME

CON UNA GRAN CARTA GEOGRAFICA D'ITALIA IN 15 FOGLI

DIRETTO DAI COMPILATORI DEL TESTO

DEDICATA

A S. MAESTÀ VITTORIO EMANUELE II, RE D'ITALIA

E PREMIATA CON MEDAGLIE

dal Giurì internazionale all'Esposizione di Parigi dell'anno 1867,

DAL QUINTO CONGRESSO PEDAGOGICO ITALIANO DI GENOVA DEL 1868

E DA

S. M. I. AUSTRO-UNGARICA

colla grande medaglia d'oro, *pro literis et artibus,* nel 1869.

MILANO

DOTTOR FRANCESCO VALLARDI, TIPOGRAFO-EDITORE

Via del Fieno, N. 3.

NAPOLI

Strada Sant'Anna dei Lombardi, N. 27.

PALERMO

Corso Vittorio Emanuele, N. 392.

ROMA

Via Torre Argentina, N. 34.